PHILOSOPHIA

LIBERA SEU ECLECTICA

RATIONALIS, ET MECHANICA SENSUUM

Ad Studiosæ Juventutis institutionem accommodata, ac per lectiones digesta,

AUCTORE

IGNATIO MONTEIRO.

TOMUS VIII.

PHYSICÆ VIVENTIUM

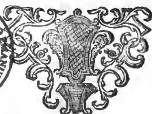
PARS SECUNDA

SEU

HOMO SENTIENS.

Editio secunda Veneta ab Auctore ipso correcta, aucta, & illustrata.







VENETIIS MDCCLXXVI.

TYPIS ANTONII ZATTA

SUPERIORUM PERMISSU, AC PRIVILEGIIS.



PHYSICA VIVENTIUM

PARS TERTIA

HOMO SENTIENS

SEU

DE NATURA, EFFECTIBUS, ET OBJECTIS HUMANORUM SENSUUM &c.

PRIMA Physiologiæ capita, vegetantium scilicet naturam, viventium animæ existentiam, & conditionem, corporis organici generationem, ejusque partium structuram, compositionem, ordinem, & munera, amplissima enim vero argumenta in prima hujus Physicæ viventium, & vegetantium parte exposuimus. Illam etiam viventium facultatem explicavimus, quæ in iis prima est, & *vitalis*, atque *naturalis* vulgo nuncupatur: propterea quod ejus functiones, & physica organici corporis structura naturaliter consequantur, & in iis potissimum consistere videatur vita, ab iisque omnino pendeat. Hujusmodi sunt cordis, sanguinis, cæterorumque humorum, aut fluidorum corporis motus, respiratio, nutritio, & quamplurima id genus alia. Altera in homine, ut de eo solummodo viventi deinceps loquamur, vis, & facultas est, priori quidem longe nobilior, & perfectior: ab illa tamen omnino pendens, & inde derivans. Ea facultas, cujus munera, & præcipuæ functiones sunt sensus, *animalis* communiter nuncupatur: quod scilicet ejus functiones character animantium magis proprius existunt, & animam propius spectant: Cum priores illa functiones ab organici corporis structura tota esse videantur. Citra sensum, hoc est, sine ulla anima actione, durat adhuc vita, relataque superius *vitalis facultatis* exercitia. Sensus tamen non nisi in animato corpore, & ab animo agente fiunt. Inter primas illas humani organici corporis functiones vitales, & hominis sensus medii sunt humani corporis motus: eorum aliqui a corpore citra animæ actionem:

maxima tamen pars ab anima potissimum in corpore agente, cogitante, & volente peraguntur: ad utrumque functionum viventis ordinem spectant. Hisce ergo & corporis, & animæ functionibus, amplissimo physiologiæ argumento, in superiori volumine, quantum fieri licuit, expositis, superest modo, ut aliam, quæ longe nobilior est, hominis facultatem aggrediamur: quæ *facultas sentiendi* dicitur, & sensus omnes complectitur: Quænam esset nostra hominum conditio, si destitueremur sensibus? Argumenti dignitatem interrogatione satis exposui intelligenti. Quænam vero sunt, quæ sentimus, videmus, audimus, olfacimus? qua ratione ista peraguntur, ad animam perveniunt? ubi est anima! Ubi, unde, quomodo fit in nobis tantorum objectorum perceptio, memoria, imaginatio? Unde ingenium humanum, judicium, fatuitas, prudentia? A nobismetipsis parumper egressi, in odores, in sapores, in sonos, lucem, colores excurramus: quænam enim objecta, & argumenta cogitantis hominis consideratione digna! En tibi rudissimam præsentis voluminis indicem, & tabellam. Si te amas, tuumque *esse*, *vivere*, *sentire*, *& frui* non dedignaris intelligere; sequentia legendo, & cogitando percurras, & te ipsum edifcas.

LECTIO I.

De Natura sensuum, eorumque divisione: atque etiam de loco, ubi anima existit, & sentit.

1. EXplicandam hoc loco non assumimus animæ nostræ naturam, atque spirituales ejus actus, ideas, judicia, ratiocinationes. Alia sunt obscurissimis hisce argumentis tractandis loca: primum in metaphysica, secundum partim in eadem theologia naturali, partim etiam in Logica fuse prosequimur. Legem præterea commercii inter animam spiritualem, & corpora physica citatis in locis exponimus, prout gravissimi argumenti sublimitas, & humani ingenii tenuitas patitur. In hoc igitur loco disputandum nobis superest, quid illud sit, quod animæ *sensum*, seu sensus actus dicimus, quænam corporis partes sint sensibiles, seu, ut communiter dicitur, sentiant, ubinam etiam anima ipsa & existat, & sen-

sensus eliciat: quo pacto externorum corporum actiones ad animam usque perveniant; quid etiam sit, quave lege, caussa, & ratione fiat, atque generetur in nobis pruritus, titillatio, gaudium, dolor, visus, auditio, tactus, memoria, somnus, phantasia, & id genus alia, quæ animæ sensus nuncupamus.

2. Actus animæ ad generalia eorum objecta relati, prout impræsentiarum tantummodo spectantur, in duplici sunt differentia. Vel enim sunt de spiritibus, seu objectis spiritali modo agentibus: vel potius sunt perceptiones de rebus materialibus physico modo secundum leges corporum in nos agentibus, & animam ad earum perceptionem eliciendum excitantibus. Primi sunt *puræ intellectiones*, ideæ, judicia, ratiocinationes, quas tantum eliceret anima, si corpori non esset unita; neque juxta corporum leges, & actiones materialia objecta perciperet: sed potius tamquam purus spiritus cognosceret. Eos enim & esse, & agere, non ut materia, modo, supponimus, alibi demonstramus. Quoniam tamen peculiari Dei, seu unionis, & commercii lege intra corpus organicum, dum vivimus, anima existit, & veluti latet eidem semper unita; atque propterea non nisi ope organorum ipsius corporis externorum objectorum actiones ad illam usque pervenire, atque ab illa percipi possunt; hinc alter perceptionum ordo in anima ipsa originem habet: ii scilicet actus, quos nuncupamus *sensus*.

PROPOSITIO I.

3. *Sensus sunt illæ perceptiones animæ, quas ipsa, dum corpori secundum legem commercii unita existit, ab objectis materialibus ope organorum excitata, circa factam in corpore mutationem elicit.*

Exemplo rem explicemus. Cultello duplicis hominis manus feriamus: quorum alter & sanus sit, & rem omnem animadvertat; alius vero deliquio correptus nihil omnino cognoscat. Idem effectus utriusque hominis corpore existit; primus tamen dolorem; secundus nihil omnino percipit: nullum scilicet secundi hominis anima actum elicit, maxime autem primi.

4. In proposito, atque aliis ejusdem generis casibus nihil fit in corpore, nisi motus, aut pressio: motus qui-

quidem, quo pars sensibilis secatur, & a parte sibi antea unita separatur: pressio vero, quæ ope nervorum, atque animalium spirituum intra nervos existentium, atque medium continuatum a manu usque ad cerebrum, & animam componentium, cerebro ipsi imprimitur, & communicatur. Hi igitur effectus pure materiales, atque physici, qui in manu, & corpore utriusque hominis eveniunt, non sunt sensus animæ, neque dolor: illud ergo, quod in homine sano præ deliquiis correpto existit est verus dolor, seu doloris sensus. At unum hoc est inter eos discrimen, quod primi anima impressionem, vulnus, motum, separationem in manu factam, pressionem, atque modificationem cognoscat, percipiat; minime vero secundi: in hoc igitur actu, atque perceptione animæ dolor consistit: cæterique sensus omnes actus animæ sunt ab illa simili ratione eliciti.

5. Materiæ enim vero, seu corporis non est sentire: si sola corpora in natura essent; qualescumque in iis efficerentur motus, nullus esset sensus. Non ego impræsentiarum cum materialistis ago: actum in metaphysica est: illic disputata suppono. Hujusmodi perceptiones animæ eo de capite sensus nuncupantur; quia ab anima ipsa spirituali circa objecta physica sensibilia; modo physico, & sensibili, materialibus, & sensibilibus organis in illam agentia eliciuntur; in ipsaque excitantur: cum ex adverso puræ intellectiones vel circa objecta spiritualia, vel circa corpora, materiali tamen modo in animam non agentia, eliciantur.

6. Sensus igitur sunt actus animæ in se quidem spirituales, sed circa objecta materialia materiali modo agentia, atque animum excitantia eliciti. In proposito casu, & aliis, qui afferri possunt, nullus materialium effectuum, quos in corpore producit cultellus, est dolor, aut sensus: sola igitur animæ perceptio, seu cognitio circa præsentem illum corporis statum elicita atque ab externis corporibus excitata, nuncupari potest sensus.

7. Attamen, inquis, dolor multoties in nobis incipit; licet nullam antea de inflicto vulnere, atque manante sanguine notitiam, atque perceptionem habuerimus. Id vero quotidiano experimento observamus; cum inscii vulneramus, & postea doloris sensus

in

in nobis nascitur antequam sanguinem, & vulnus animadvertamus. Verum in hoc etiam, respondeo, & omnibus aliis casibus stare propositionis veritatem. Inflicto vulnere per nervos usque ad cerebrum, seu usque ad animam modificatio, & affectio transmittitur; transmissa, excitatur anima, & perceptionem hanc magis vel minus claram de inducta in corpus mutatione elicit: quæ quidem perceptio est primus dolor, seu doloris sensus. Vulnus igitur, omnisque mutatio, & modificatio in corpus inducta aliud non est, quam physica excitatio doloris: nequaquam tamen dolor, aut doloris sensus. Modo dicta expositam superius nervorum descriptionem, & de spiritibus animalibus doctrinam supponunt: atque ex inferius dicendis luculentius confirmabuntur.

COROLLARIA.

8. I. Juxta modo dicta, atque ex anatomica nervorum descriptione superius exposita, quatuor hæc sensum constituunt, aut ad illum opus sunt, actio objecti externi in organum, modificatio in organo sensibili recepta, seu passio, modificationis ab externa organi extremitate ad cerebrum usque per nervorum, & animalium spirituum continuitatem transmissio, animæ perceptio. Sola hæc ultima est proprius *sensus*: sine prioribus tamen esse non potest: nulla licet sit inter hanc, & primas illas actiones similitudo.

9. *Sensus hic proprie dictus, seu animæ perceptio, & sentire, videtur esse proprie agere*. Eatenus enim sentit anima, quatenus actum elicit, quo præsentem statum suum, atque objectorum externorum actionem percipit; atque insimul eodemmet actu de præsenti statu suo, & externa corporum actione, & facta eo in corpore mutatione gaudet, aut dolet. Equidem sentire est aliquid physicum physice in natura existens: dumque sentimus, quod antea non sentiebamus, aliqua in nobismetipsis vera mutatio existit: hæc igitur vera mutatio est aliquis verus effectus, qui vere, & proprie efficitur. Animæ etiam passio dici potest illa perceptio: passio tamen, & actio alterius ordinis, quarum ideam claram non habemus. Sed hæc omittamus in Metaphysicam.

10. II. *Impossibile igitur est, existere sensum, quin exi-*

existat etiam anima vere, & proprie sentiens, hoc est, percipiens, cognoscens. Est dicere: principium illud, aut compositum, quod sentit, necessario debet habere animam, quæ percipiat, cognoscat: neque compositum, ubi nihil præter materiam existat, sentire poterit. Est enim sensus actio, & perceptio animæ: pura autem materia percipere omnino non potest, ut alibi luculenter probavimus: sentire igitur etiam nequit. Hinc quæcumque pura automata sunt omnis sensus prorsus incapacia; cum nulla in iis anima existat, quæ sentiendi, hoc est, percipiendi facultate prædita sit. Quare si animantia bruta essent pura automata, ut volunt Cartesiani; nullus in iis verus sensus esset.

11. III. *Neque tamen anima a corpore separata sensum aliquem eliceret, iis saltem similem, quos modo in præsenti rerum ordine habemus*. Est enim sensus vera perceptio animæ, ab ipsa quidem elicita, dependens tamen a modificatione organorum corporis, cui anima ipsa existit unita. Qua vero Dei lege anima spiritualis a corpore separata cruciari, & gaudere possit, quonam pacto, quosve actus illo in statu eliciat, quænam inter utrumque statum sit similitudo, aut relatio, nos penitus latet.

12. IV. *Est igitur sensus verus, & proprius viventis actus, atque peculiaris character*.

Cum viventia dico, composita ex corpore, & anima hic intelligo. Est enim actus existentis in corpore organico animæ, atque illi unitæ, & organorum corporis ope objecta externa percipientis: animam autem corpori organico esse unitam, est vivere; secundum corporis organa agere, movere, percipere, sentire, est ipsiusmet vitæ exercitium.

PROPOSITIO II.

13. *Sensus animæ, attentis organis, quibus excitantur, objectorumque actiones imprimuntur, servantur, aut transmittuntur, in internos, & externos dividuntur*.

Actuum animæ indole impræsentiarum prætermissa, quod physicum est, modum, caussas, & leges, quibus hæc in nobis fiunt tantummodo prosequimur. Res vero tota descendit ex organorum structura, nervorum,

rum, cerebri, ſpirituum animalium diſpoſitione, & munere. Plurima ſunt, quæ intra nos ipſos ſentimus, percipimus, imaginamur; licet nulla externa corpora in nos tunc temporis agant: qualia ſunt ſomnia, imaginationes, phantaſmata, memoria, recordatio: quæ quidem ita in nobis experimur, ut neque in externa corporis noſtri membra, neque in exteriora etiam corpora referantur. Econtrario quamplurimos alios habemus ſenſus, & ſentiendi modos, quos & externis corporis noſtri organis referimus, & ab exterioribus objectis in externa ipſa noſtri corporis organa agentibus in nobis excitatos animadvertimus. Hujuſmodi ſunt viſio, auditus, alia. Priores illos animæ ſenſus nuncupamus *Internos*, poſteriores autem *Externos*.

14. Liquet igitur internum, & externum ſenſum eſſe ejuſdem ſpiritualis noſtræ animæ in organico corpore latentis ſpirituales perceptiones: omnemque illorum ſenſuum diſtinctionem a diverſis noſtri corporis organis, atque a modo, quo in diverſis illis organis corporum actiones imprimuntur, perſeverant, tranſfunduntur, atque excitantur, omnino pendere. *Senſus interni ſunt ii, quorum organa intra corpus noſtrum penitus latent, functiones vero in nobis citra novam, & præſentem ſemper externorum corporum actionem fiunt, licet ab iis, tamquam ab excitantibus cauſis proveniant*. Contra vero illi ſunt, & vocantur *Externi* ſenſus, *quorum functiones in organis externis perficiuntur*.

15. Hæc quidem & nominis definitiones, & experientiæ, ſeu facti veritates, a modi quo fiunt, explicatione deinceps danda plane conſtabunt. Priuſquam in modum ipſum, numerum, functiones internorum, externorumque ſenſuum differenda deſcendamus, exponenda ſunt ſequentia. 1. ubi anima exiſtat, ſentiat, percipiat: 2. utrum ſenſus illo in organo fiant, in quod referuntur: 3. per quid anima noſtra ſpiritualis materialia externa corpora, eorumque actiones percipiat: 4. quis ille ſit modus, aut cauſa, quæ externorum objectiones in externis organis impreſſas ad animam uſque transferantur; ſeu ſpirituum animalium exiſtentia: 5. quænam ſint in humano corpore partes ſenſibiles.

PRO-

PROPOSITIO III.

16. *Anima humana in capite existit: nulla vero est ratio, qua illam in reliquis etiam corporis membris existere probetur: attentaque ratione, experimentis, & humani corporis structura, in solo capite locata esse videtur.*

Prima propositionis pars a nemine in dubium vertitur: ratione, sensu, & anatomia demonstrantibus, humanum caput esse potissimam, & principem nostri corporis partem, & proximam, atque intimum cum omnibus aliis corporis membris commercium, & communicationem habere. A cerebro enim omnes nervi, aut per se se oriuntur, aut media spina ab illo, tamquam a solo & radice, originem ducunt, & propagantur. Si vero per totum corpus singulasque partes organicas distribuuntur, eas pervadunt, ligant, committunt, & ex parte formant; ita ut cerebrum sit tamquam centrum, radix, & truncus, unde innumeri radii, rami, funes enascantur, quibus per totum corpus ductis, tota ipsa machina moveri, moderari, atque gubernari ex illo loco possit.

17. 2. Id ulterius ex superius jam dictis de nostri corporis motibus, ex mox etiam de physica sensuum causa, & modo dicendis luculenter constabit. Experimentis enim ac ratione evincimus, omnes nostrorum membrorum, ac corporis motus, omnem sensum, quidquid movemus, atque sentimus, ope & mediis nervis moveri, & sentiri: si ergo anima per nervos agit, sentit, movet; eo in loco citra dubium existit, a quo originem ducunt.

18. 3. In capite proculdubio animam nostram imaginari, & intelligere animadvertimus, atque reflexione cognoscimus.

19. 4. Uno capite sublato, omnibusque aliis membris citra ullam læsionem manentibus, omnis sensus tollitur, & vita penitus perit. Multoties etiam fit, ut corporis membra frigore, morbo, aut vitio ita corripiantur, ut omnem amittant sensum, unumque caput a communi malo illæsum, omnium sensuum functiones exerceat: adhuc igitur anima in capite sentit, cum omnia jam corporis membra sensu penitus de-

destituuntur: est igitur caput præcipuum, atque indubium sensuum, & animæ domicilium.

20. Secunda, & tertia propositionis pars plurimorum veterum Philosophorum sententiæ opponitur; quorum judicio anima humana non solo in capite, aut corde, sed in toto humano corpore existit:, omnesque illius partes organicas animat. Neque veteres solummodo, sed aliqui etiam recentiores ex infantiæ, & vulgari præjudicio eamdem tenent opinionem. Facile tamen constat utraque propositionis pars. Primo, nulla ratio, vel experimentum est, quo animam extra caput existere conficiatur. 2. Membra quæcumque v. g. manus, pedes, crura, brachia, licet bene omnino se habeant, & integra, illæsa, atque ab omni vitio immunia existant; sensum omnem, & motum penitus amittunt, semel ac nervi a capite ad prædicta membra porrecti aliqua in parte inter membra ipsa, & caput rumpantur, arescant, aut casu alio ad earum functiones fiant inutiles. At si anima in iis membris existeret; adhuc inflicta vulnera, & similia alia quamplurima in iis sentiret.

21. 3. Eo potissimum de capite animam in omnibus humani corporis organicis membris existere autumarunt, atque affirmarunt Philosophi; quia dolorem, aliasque affectiones in ipsismet membris sentimus: probandum tamen primo erat, nullum hic esse præjudicium: neque animam nostram in capite solummodo existentem peculiares sensus ad alias quascumque corporis partes referre posse, quin in iis existat. Utrumque tamen est falsum. In manu v. g. inflicto vulnere, dolorem, seu doloris sensum perinde sentimus, ac si in manu reapse existeret: eumque in manum referimus, quantumvis neque anima in manu, neque manus ipsa (quod majus est, & non raro evenit) in corpore existant. Mille observationibus res est manifesta: ex iis unicam a *Cartesio* ipso relatam, atque diligenter observatam propono.

22. Ut marcescentem puellæ cujusdam manum Chirurgi medicarent; oculos illi, ne instrumentorum apparatu exanimaretur panno velabant: fit in brachio gangræna: inscia puella, amputandum decernitur: sentiendi impos, data potione, efficitur: sensuum impoti brachium amputatur; ejusque in locum, ne in se ipsam rediens puella, & facti conscia penitus exa-
ni-

nimaretur, brachium ex panno coagmentatum aptatur. Puella sensibus restituta, atque pannosum brachium existimans esse carneum, modo se in uno, modo in alio manus digito, modo in manu, modo in una, modo in alia brachii, amplius non sui, parte acerbissimum dolorem pati miserum querebatur. Hoc vero uno, & mille aliis exemplis duo illa constant: animæ in membro aliquo sedem ex habito in hujusmodi membro sensu, definire, purum esse præjudicium: animamque illuc sensum referre, & illic sentire, ubi reapse non existit: quod unum erat veterum sententiæ fundamentum.

23. Non aliunde hujusmodi dolores repetendi erant, quam ex eo, quod rescissi nervi a manu, digitis, aut aliis partibus antea ascendentes, eadem ratione, ubi rescissi fuerunt, afficiebantur, atque si manus ipsa; digiti, aut reliquæ partes existerent, & læderentur. Habemus igitur in hoc, & plurimis aliis, qui adduci possent, rerum eventibus, sensus, & dolorem in manum relatum, licet neque animam in manu, neque manus ipsa amplius existeret. Quidni igitur omnes sensus, quos in diversis corporis membris sentimus, dum bene valemus, in ea membra potius ab anima in capite existente referri, quam ab anima in ipsismet membris existente percipi dicemus? Si dolorem, & omnes alios sensus, tamquam si in manibus vere existerent, percipimus, atque sentimus; unde probabitur, rem non ita semper esse, contrariamque opinionem non esse purum putum præjudicium? Ex prædicto igitur, aut similibus aliis capitibus, animam extra caput, atque in singulis organicis corporis membris existere minime probatur.

24. Si ulterius quæras, quænam capitis, seu cerebri pars sit animæ sedes: quæstionem solvere nullus poterit mortalium. In glandula *pinneali* existere, quæ fuit *Cartesii* sententia, experimentis opponitur. Homines jam reperti sunt, in quorum cerebro, sectione facta, glandula illa desiderabatur. Fuere etiam, in quibus deformata penitus, & obliterata: in aliis vero corrupta. Cogitaverant nihilominus, & vixerant. Quid tamen de illa *Caroli Bonet* hypothesi plane singulari? Sedes animæ, inquit, non pars aliqua hujusce terreni corporis habenda. Humanum cerebrum, & corpus callosum non sedes animæ, sed sedis vagina existit.

ſtit. Corpus quoddam, & machina organica aetherea, & veluti ſpiritalis intra calloſum corpus comprehenſa, in quam ſpiritus animales tandem agunt, ſedes eſt animae propria: alterius vitae, & futuri corporis immortale germen, a naturalium cauſſarum actionibus immune, ſurrectionis noſtrae, novae generationis, ſeu potius novae noſtrae vitae principium, & ſemen (a)? Alius eſt cum in praeſenti opere, tum vero maxime in metaphyſica de nova hac hypotheſi dicendi locus. Vide quae de palingeneſia ſuperius diſputavimus. Satis hoc loco ſit illud repetere, hypotheſim novam, communi omnium hominum ſenſui oppoſitam proponere, & graviſſimis argumentis non confirmare, reficere eſt.

PROPOSITIO IV.

25. *Senſus igitur omnes in capite eliciuntur: illincque anima corpus, & membra vivificat, movet, gubernat, corpora externa percipit, membrorum mutationes, atque affectiones ſentit; licet ſenſus in membra ab anima referantur.*

Propoſitio ex dictis deſcendit. Imprimis neque ſanguis, neque alia in humano corpore contenta fluida v. g. bilis, & ſaccus pancreaticus, neque adeps, aut oſſa ab anima vivificantur, ſeu animantur, ut in confeſſo eſt apud omnes: cum fluida non ſint partes organicae, neque in iis, & relatis aliis partibus minimum ſenſus indicium appareat. Idem de cuticula, & ſimilibus aliis partibus eſt dicendum, atque ab omnibus tenetur. Uno verbo, partes omnes, quae nervorum propagationibus, ramis, aut reticulatis fibris non componuntur, ſunt omnino inſenſibiles, neque animantur. Contra vero omnia alia membra, quae a nervis aliqua ratione efformantur: ut ergo pars aliqua, etiam organica, ſit ſenſibilis, ſeu ſenſu praedita, a nervis omnino pendet, hoc eſt, a proxima, & continuata communicatione cum cerebro: mediis ſcilicet corporibus continuis, per quae corporum actio tranſ-

(a) *Bonet contemplation de la nature P. 4. Palingeneſie.*

transmitti possit. Si hæc continuata nervorum ab organicis partibus ad cerebrum usque productio necessaria non esset ad actionem transmittendam; sed anima sensus in singulis membris vere eliceret; nulla tunc esset ratio, quare ad sensum eliciendum necessarii essent nervi :, ad id igitur muneris opus est, ut organum sensus communicetur cum cerebro, ad eumque actio externa transmitti possit. Si ad sensum transmissio actionis necessaria est; sensus illic elicietur, quo actio transmittitur, & anima certo existit, nempe in cerebro.

26. 2. Illic sentit, ac percipit anima, ubi ipsa reapse existit : indubium autem est, animam nostram in capite residere; nulla vero ratione probatur, ideoque, tamquam falsum communiter, rejicitur, illam in toto etiam corpore existere : in capite igitur omnes sensuum actus eliciuntur: illinc anima dolet, gaudet, aliaque omnia percipit, quæ *sentire* nuncupantur: licet ad alia, & alia ab anima referantur membra.

27. 3. Dolor (idem de omni alio sensu dicendum), quem puella modo a nobis memorata in manu sentiebat, non in manu ipsa, quæ jam non erat, sed capite existebat, atque ad manum solummodo referebatur: sufficit ergo animæ relatio, ut sensus percipiantur, tamquam si in membris vere existerent.

COROLLARIUM.

28. Cum omnes humani corporis nervi arborem innumeris ramis, ramorumque germinatione luxuriantem, & quaquaversum per omne corpus, corporisque partes organicas distributam componant, neque ineleganter magnum quemdam polypum innumeris cruribus, atque brachiis hac illac distensum referant; anima nostra in arboris trunco, & radicibus, vel in polypi capite, hoc est, brachiorum centro consideranda est. Quidquid hujusmodi ramorum, vel brachiorum extremitates tangat, ab anima in centro, seu radice arboris existente percipitur. Sed melius hæc explicabuntur, cum de generali, & peculiari etiam Tactus sensu, atque de spiritibus animalibus sermonem infra instituemus.

29. Aliqua opponunt ii Philosophi, qui animam in toto corpore existere, & extensam esse arbitrantur.

Pri-

Primo, anima, inquit, eruditus, & ingeniosus P. *Fabry* (a) constituit *esse* hominis: ergo animat, & per veram præsentiam, atque unionem vivificat quidquid ad idem *esse* spectat. Demus enim animam in solo capite existere: ergo manus ad hominem non pertinent; cum anima quæ totum illi *esse* dat, in manu non existat. Resp. Argumentum probaret etiam animam existere in sanguine, humoribus, abdomine, ossibus: hæc enim ad hominem pertinent. Anima est *esse* hominis spiritale, seu potissima pars essentiæ hominis: assumere autem, quod ex hoc capite debeat illa in omnibus corporis partibus præsens existere, est petitio principii, aut argumentum precarium, quod relatu ad aliquas modò dictas corporis partes falsum esse, ipsemet *Fabry*, & omnes admittunt. Ut ergo manus (sicut & os), sit pars hominis; satis est, quod sit pars naturalis, & propria corporis, quod ab anima ipsa ope nervorum dirigatur, moveatur, gubernetur.

30. Nulla est pars hominis, seu corporis humani, opponit iterum idem auctor, cui aliqua vitalis potentia non insit; ubi autem est potentia vitalis, est anima. Resp. Si nomine *potentiarum vitalium* intelliguntur facultates ab anima non distinctæ, ut reapse intelligi debent; argumentum est iterum petitio principii. Extra caput v. g. in manibus, & pedibus non potentia vitalis, seu animalis juxta datum sensum usurpata, hoc est, anima ipsa existit; verum ejusmodi potentiarum, vivendi, sentiendi, movendi exercitium, & functiones peraguntur: ad easque partes referuntur. Hæc vero in id tandem recidunt, quod in iis partibus organicis sunt necessaria organa, & instrumenta, quibus anima in cerebro existens suas illic vitales, animalesque functiones exerceat, atque sensus in omnes etiam partes referat. Deinde partes singulæ organicæ actionem corporum, vel primo accipiunt, vel acceptam ad cerebrum, & animam ope nervorum transmittunt.

31. Tertio opponitur: si anima non in toto corpore, sed in una tantum illius parte existere ponatur; non est cur potius in una, quam in aliis esse affirmetur:

(a) *De Homine tract.* 2. *lib.* 7.

tur: ergo in omnibus existit. Resp. ex humani capitis, & reliquarum corporis partium anatomia satis constare, quae pars sit alius necessario praeferenda.

32. Opponitur 4. Ergo nos oculis non videmus, neque aure, lingua, naribus, reliquisque sensuum organis audimus, olfacimus, tangimus. Resp. Hæc omnia iis sensuum organis exercemus. 1. quia illas omnes functiones, seu sensus anima nostra in prædicta organa refert: 2. quia in iis organis externorum objectorum actiones imprimuntur, & recipiuntur, atque nervorum ope ad cerebrum usque, & animam eædemmet actiones transmittuntur. Hoc autem sufficit, ut oculis videre, auribus audire dicamur. Quod si adducto loquendi modo id unum significare velis, oculum non videre per actum sensus in oculo ipso elicitum, & existentem, atque per animam eo organo locatam; in quæstionem de vocabulo incidimus, qua nulla veritas physica decernitur, atque illustratur. Per oculos itaque, non in oculis videmus: oculos aperi; in objectum obverte illuminatum, vicinum, sensibile; mente tamen alio distracta, res præsentes non consideres: eo in casu, qui passim accidit, in oculo fiunt, quæcumque fieri solent; unus deficit actus, seu attentio, & cognitio animæ in capite: illa igitur est propria visio, verusque sensus. Idem de omnibus aliis sensuum organis, atque functionibus quotidiana docet experientia.

33. Opponit hic etiam *Henricus Morus* (a). Si in manu v. g. & in aliis sensibilibus corporis partibus non existit anima, ad illasque sensum tantummodo refert; idemmet sensus, puta dolor, non modo ad manum, quæ feritur, sed ad totam etiam nervorum extensionem, qui a manu ad cerebrum usque producuntur, deberet referri: non modo in manu, quæ modificationem primo accipit, sed & in toto brachio, per quod transmittitur, sentiretur dolor. Resp. proprium id esse actionum, & sensuum, qui medio aliquo continuato corpore transmittuntur, & sentiuntur. Baculo corpus a te separatum tange: actionem objecti, & tactum non in medias baculi partes refers, sed

(a) *De immortal. animæ lib. 2. cap. 10.*

sed in extremitatem. Per aerem propagatur sonus seu vibrationes a corpore sonoro ad aurem usque transmissæ: eum nihilominus non in medium aerem, sed in ultimam illius partem, ab objecto percussam referimus. Longe vehementius, aliaque ratione afficitur pars corporis ab objecto tacta, atque reliqua nervorum continuata inde productio: in primam igitur res tota debet referri.

34. Argumenti ratione fieri hic possunt sequentes quæstiones. I. Facultas hæc sentiendi estne ab anima distincta, ut veteres aliqui existimarunt? Resp. Facultates animæ omnes sunt ipsamet simplex anima diversas functiones, & munera ope diversorum organorum, & multiplicis variorum objectorum actionis exercens. Sicut etiam intellectus, voluntas, memoria, libertas sunt ipsamet spiritualis anima: ut in confesso est apud omnes.

35. Qui tamen fieri poterit, inquis, ut una eademque anima tot diversarum facultatum munera exerceat? Resp. Id per multiplicia organa, innumerasque, & diversas ejusdem, aut distinctorum corporum actiones, & modificationes citra difficultatem fieri posse intelligitur. Indubium est, unam, eamdemque animam velle, intelligere, reminisci, judicare, dubitare, innumerosque actus cum voluntatis, tum etiam intellectus elicere: quemadmodum igitur varietas illa actuum intellectionis, & volitionis, ita & sensuum animæ simplicitati non officit. Unam eamdemque individuam animam ad illa omnia sufficere, omnes illos actus elicere, & munera fungi, fuse in metaphysica evincimus.

36. Opposita veterum sententia, quam etiam tenuit *Fabry* (a), facultatem scilicet sentiendi, ac proinde sensum esse in homine ab anima distinctam, separabilem, materialem, & dividuam: imo & in igne quodam consistere gravissimis difficultatibus premitur; quarum partem superius proposuimus, cum de bestiarum anima disputavimus.

37. Potentia tamen illa sentiendi, inquiunt, est omnino materialis, non tantum ratione organi, sed

(a) *Loc. cit. lib. 2. de Homine prop. 41.*

etiam ratione virtutis illius, quæ organo inest : igitur ab anima rationali distinguitur, materiale scilicet a spiritu. Resp. falsum plane esse, & materialissimum sapere, ignem, hoc est, puram materiam sentire, seu esse facultatem sentiendi. Verum, pergis, cor humanum per vim ex thorace extractum in iis, qui capitali pœna multantur, per aliquod tempus motu systoles, & diastoles agitur. Verissimum, fateor. Nemo tamen, addis, animam rationalem cordi eo in statu inesse dicet. Neque dici potest, adjungo. Ergo hic motus, concludis, a potentia aliqua sentiendi ab anima distincta provenit. Hoc vero ultimum nego : nullus illic est sensus, sed purus motus a spiritibus, & fluidis per organicum membrum adhuc fluentibus, eumque musculum irritantibus, & a peculiari ejusdem vi elastica sine ullo omnino dolore. Totius phænomeni expositionem. & caussam superius videas.

38. Quæstio II. Quid sentit anima, corpusne externum, an aliquid ab externo corpore productum ? Resp. Animam solummodo mutationem, & modificationem in corpore, seu sensuum organis factam, & ad cerebrum usque transmissam sentit; inde vero externa corpora, excitantes sensuum caussas, percipit. Quatuor enim, ut dixi, in sensu interveniunt, anima sentiens corpori unita, objectum externum in corpus animatum agens, modificatio, seu mutatio inanimato corpore ab externis objectis inducta, & ad animæ usque sedem per nervos transmissa, animæ tandem actus, passio, & perceptio. Ex his quatuor priora duo sunt substantiæ: primæ est percipere, seu sensum in sese elicere: secundæ agere: posteriora sunt modi: primus quidem materiæ, secundus animæ & illius sensus proprie dictus.

39. Quæstio III. Dicine posset, sensum esse purum motum? Resp. Id esse materialistarum errorem, quem alibi falsum esse demonstravimus. Si res ita esset; intelligeret, apprehenderet, ratiocinaretur materia. Semel enim ac illam sentire dicamus, acta res esset : nullo negotio conficeres, omnia esse materiam.

40. Quæstio IV. Ad qualemnam actuum animæ speciem pertinet sensus? Resp. Diximus jam omnes animæ sensus esse veros actus animæ proprios, ab ipsa modo hucusque explicato elicitos. Ii vero actus sunt vera perceptio, qua anima ipsa mutationis in corpore

re factæ fit conscia, atque insimul gaudet, contristatur, dolet, aut simili alia ratione afficitur.

41 Ergo sensus, inquis, non distinguitur a cognitione. Resp. In quæstionem de puro vocabulo nos incidere. Si cognitionem nuncupas, quidquid est perceptio; erit enim vero sensus vera cognitio: longe tamen ab intellectionibus animæ diversa. Si vero cognitionem cum intellectione confundamus; sensum a cognitione distinguere oportet. Uno verbo, anima intelligit, sentit, dolet, gaudet, contristatur: intelligendo, & sentiendo percipit: hujusmodi tamen perceptiones indolem habent, & modos objecta sua repræsentandi toto cælo inter se distinctos. Eas vero diversas indoles, atque actuum animæ proprietates, ac naturas nullis aliis melius, quam usitatis hisce vocabulis *intelligere*, *sentire*, *dolere*, *gaudere*, *contristari*, vel amare, *odio habere* explicabis: rem, facto periculo, veram esse comprehendes.

42. Quid vero sint hujusmodi actus in anima ipsa considerati; utrum sint aliquid ab anima distinctum; ab illaque productum; an potius animæ ipsius modi, ab ipsa eliciti, in eaque recepti; metaphysicæ argumentum est, fuse illic a nobis examinatum. Si licet materiali, & rudi exemplo rem spiritualem, atque obscurissimam aliquo modo exponere; *sensum* ego mihi repræsento, tamquam si esset intensus aliquis, intestinus, subobscurus, vividusque insimul ignis, quo corpora aliquando interius igniuntur, & vehementissime calescunt, quin tamen ullum edant splendorem. *Intellectionem*, tamquam flammam accensam, & illuminantem mihi repræsento: hinc video, & cognosco, quidquid intelligo; ab *intellectione* enim illuminor: sentio vero, inflammor, & vehementer sæpe afficior a sensu, quin causam videam, aut cognoscam; quia a latente, & non ardente igne non illuminor. Hæc dicta sint rudissimæ explicationis gratia.

LECTIO II.

De Spirituum animalium existentia, munere, & actionibus:

atque

De proprio sensuum organo, seu partibus sensu præditis.

43. Quoniam anima in ea corporis parte existit, quæ ab externis sensuum organis est remota, neque ab externis objectis tangitur, aut per se se afficitur: ex alia vero parte nullus in nobis elicitur sensus, quin ad animam usque transmittatur externi objecti actio, quæ aliqua tandem ratione animam excitet; argumenti ratio postulat, ut quid animam ad sensum excitet, quove modo objectorum actiones ad cerebrum transfundantur, impræsentiarum disputemus. Ejus etiam argumenti explicatione ulterius constabit, quænam animantium partes sint sensu præditæ, quænam illo penitus destituantur. Ut igitur secundum naturalem argumenti ipsius, idearumque, aliarum ex aliis, rationem philosophemur, proposita hæc pro viribus prosequamur physiologiæ capita.

ADNOTATIO HISTORICA.

44. Spiritus animales, & sensus partium humani corporis, duo hujusce lectionis capita, celebris hucusque extitere disputationis argumentum. Quamplurimas animantium partes a nervis distinctas, & nihil cum eorum medulla commune habentes sensu esse præditas, communis fuerat physicorum, & medicorum sententia. Id nominatim de ossium periostio, meningibus, musculis tenebatur: ut alias omittam partes. Cum forte aliquando acciderit, essetque animadversum, aliquot hujusmodi partes, periostia, meninges, ossa in medicandis hominibus macerari, torqueri, secari, quin ullus sentiretur dolor; quid rei tandem id foret, ubinam sensus esset, quænam sensibiles partes, dubitatum est. Observationes exinde, experimenta, disputationes rem tandem fere jam definierunt: solamque cerebri, & nervorum medullam proprium esse sen-

ſus organum, illiſque ſolummodo partibus ſenſum ineſſe, in quibus eſſent nervi, communiſſima jam eſt ſententia. Rem fere totam Domino *Haller* debemus: qui vel primus omnium eam veritatem docuit, vel luculentius, quam cæteri, experimentis demonſtravit.

45. De ſpiritibus animalibus, quod alterum eſt lectionis argumentum, mira apud antiquos legimus a recentioribus maximam partem ſublata. Eos ſpiritus paſſim hucuſque in toto hoc opere nominavimus, & poſuimus: illorum ſubtilitatem, percolationes, motus, munia, & id genus alia obiter pluribus in locis indicavimus, & tanquam rem communiter admiſſam, & veram indicabam. Ita vero res erat. Antiqui omnes phyſiologiſtæ, & medici, & maxima recentiorum pars id judicium ferebant. Alia fuit plurium hac tempeſtate ſententia. Quidquid ſpiritibus animalibus tribuebatur, motûs ſcilicet, & ſenſuum functiones, nervorum elaſticitati, continuitati, & propagationi referunt: ſpiritus plane tollunt. Velociſſimos in iis motus per totam nervorum longitudinem poſuerant veteres. Nervorum medulla perpetuum iis motibus impedimentum eſſe recentioribus viſum eſt. Difficultatem, quam neque explicarant, neque intellexerant veteres, a recentioribus objectam plane ſolvit materia electrica, noſtra tandem ætate cognita.

46. *Spirituum animalium* nomine aliud non intelligimus, quam puriores, & ſubtiliores particulas a maſſa ſanguinis multiplici percolatione in cerebri potiſſimum glandulis ſeparatas, ſubtiliſſimum quemdam humorem, aut ſubſtantiam volatilem, ſeu maxime mobilem componentes, quæ a nervis recepta, eos irrigans, humectans, atque per eorum medullas fluens, nervos ipſos efficit ad eorum munia peragenda aptos.

47. Mira plane eſt cerebri ſtructura, & infinita glandularum congeries. Spinæ medulla eſt cerebri ipſius productio: ab utroque nervi omnes naſcuntur; ſuntque ejuſdem medullæ rami, ab ea, tamquam a trunco, per totum corpus producti, & cutim tandem infinita ramorum multiplicitate, & plexu componentes. Nervorum igitur capacitas non libera, aut vacua, ſed medullæ ſubſtantia eſt ubique plena. Paucis hiſce ad totius rei intelligentiam animadverſis, duo hic potiſſimum quæruntur: 1. exiſtitne hujuſmodi ſubſtantia, ſeu ſpiritus modo a nobis definiti? 2. ſuntne

 ii ſpi-

ii spiritus potissima sensuum animæ, & motuum corporis instrumenta: an id potius nervis tantummodo est tribuendum? Habes rei summam; quid ego tenendum existimem, paucis accipe.

PROPOSITIO V.

48. *Existunt proculdubio spiritus animales modo definiti, iique nervis mollitiem, tenacitatem, tensionem, & flexibilitatem conciliant: sensuum, & motuum functionibus inserviunt.*

Propositionem demonstrat ipsamet humani corporis structura, partium ratio, & functiones. Multiplices enim vero in glandulis fieri sanguinis percolationes, atque percolationum beneficio puriores sanguinis partes secerni, atque a natura ipsa ad diversa munia separari, & reservari, res est prorsus indubia. Hujusmodi percolationes in cerebro etiam fieri, insignis glandularum illic existentium numerus, atque descripta superius cerebri conformatio evincit. Rursus subtilissimam illam fluidam substantiam nervos ingredi, humectare, irrigare, & per illos fluere, inficiari omnino non poterit, qui nervorum structuram, radices, truncum, medullam, animadverterit. 2. Nisi humore semper irrigentur, nutriantur, & imbibantur; amplius non erunt flexibiles, & quodammodo arescent: iis autem arescentibus, aut rigentibus, sensum, & motum iis in membris amittimus, quæ iis nervis reguntur. 3. Obstruuntur sæpe etiam nervi: obstrui autem non possent, nisi per illos subtile aliquod liquidum flueret. 4. Inflantur aliquando, tenduntur, tumescunt nervi, quandoque vero flaccescunt: primum autem a copiosiori subtili fluido sese per nervos insinuante: secundum ab ejusdem fluidi dissipatione, & defectu provenire opus est. 5. Violento motu, & labore sudamus, atque defatigamur: defatigari autem aliud non est, quam vires amittere, hoc est, nervos, & musculos, omnium animantium motuum instrumenta, laxari, & flaccescere: sudore, transpiratione, defatigatione volatiles humorum nostrorum particulas solum amittimus: quæ agitatione ipsa aliæ in alias actæ, aliæ ab aliis magis solutæ, & subtiliores inde factæ, ab interno elementari igne rarefactæ, & per poros calore apertos a corpore nostro erumpunt in aerem.

Cum

Cum igitur eam unam hac ratione amittamus substantiam; aliaque ex parte vegeti antea nervi, vel una illa evaporante fluida substantia flaccescant, qua antea madescebant; hujusmodi subtili fluido, hoc est, spiritibus animalibus nervos irrigari concludendum est.

49. Sed ab ipsismet animantium motibus, & sensuum functionibus, quæ duo potissima sunt nervorum, & spirituum munera, omnes propositionis partes evincuntur. Solam nervorum substantiam sensuum organum existere per eos etiam omnes animantium motus peragi, duo sunt apud omnes certa. Primum inferius, secundum in priori hujus physiologiæ parte est demonstratum. Si igitur nervi, se solis, ad duo illa generalia capita, totam animantium rationem, & actiones comprehendentia, non sufficiant: ea vero omnia spirituum indoli sint conformia; tunc vero nullum amplius de illis esse potest dubium. Id vero primum constat, modificationem ab externo objecto in manu v. g., pede, oculo factam momento temporis ad cerebrum, ad animam transmitti, & pervenire. Vicissim etiam quoscumque motus pede, manu agendos mente decernamus, nulla temporis mora ab iis partibus peragi. Ad hujusmodi momentariam transmissionem satis non est continuata nervorum extensio. Sunt scilicet ii corpus ad cerebrum usque continuum: parum tamen, aut nihil elasticum. Angulis sæpe factis, inflectuntur: in digitorum articulis, cubito, humeris, collo, ubi in medullam spinæ, aut cerebro inseruntur, & alibi etiam incurvantur, flectuntur, directiones mutant. In tot angulorum multiplicitate modificationis transmissionem hebetari, retundi, perire, necesse videtur. Rei difficultatem tollere utcumque posset perfecta continuatorum corporum elasticitas: hæc vero, neque in nervorum membranis visitur, neque in molli eorum medulla.

50. Est enim vero tempus, quo animantium quorumcumque nervi sunt adeo molles, ut albumen ovi non superent. Is sane est aliquorum viventium, vermium potissimum per totam eorum vitam status, & conditio: Mollissimis, & fere fluidis, semper existentibus organicis eorum corporibus. Is secundo est animantium omnium, hominis etiam, status in germinibus: cum animantium corpora perfecte quidem constructa fere sunt fluida, & pellucida, & in ovis jam

nutriuntur, & crescunt, cum ante, tum etiam post fœcundationem. Rem demonstrant pulli gallinacei observationes ab *Haller* diligentissime prosecutæ. Pulli germen perfecte constructum, & ante incubationem nutritur, & crescit, & paucis ab incepta incubatione diebus transactis, discerni incipit; omnesque machinula illa exercet motus ad nutritionem, & augmentum necessarios. Est tamen adhuc corpus mollissimum a ut ipsum ovi albumen. Rei veritate posita, de qua nullus jam dubitat physicarum rerum eruditus, i. insensibili illa animantis machinula jam tum moventur cor, pulmones, sanguis, arteriæ: fluidos fere nervos esse ad id rei satis, dici posse non videtur.

51. Duo in nervis sunt maxime spectanda, membranæ, & medulla: primæ, piæ, & duræ matris productiones omni sensu sunt destitutæ; secunda, omnium sensuum sedes, substantia perquam mollis, affectionum transmissioni est prorsus impar. Per neutram igitur nervorum partem sensus functiones peragi possunt? aliudque idcirco per medios nervos prædictas functiones agit, omnium animantium proprias. Quodcumque id sit, debet proculdubio esse substantia adeo subtilis, fluida, & elastica, ut per nervorum medullam, impeditam molli substantia viam, facillime, & velocissime transfluat, aut per illam actio transmittatur. Illa sane medulla sensibili cuicumque fluido impedimentum esset insuperabile: materiæ vero electricæ aptissimus est, & proprius in animantium corpore conductor. Rem demonstrant experimenta, & phænomena electrica in loco a nobis tradita.

52. In experimento Lugduno-batavico, & aliis passim fulmen illud electricum, & percussio per nervos in oculi ictu, tamquam fulgur, transmittitur ab uno ad aliud extremum. Hæc una est fluida, & subtilissima substantia hucusque nota, cujus transmissioni densissima, & durissima corporum massa impedimento non est: & quæ in animantium nervos præ omnibus aliis corporibus agit. Citatis experimentis hæc omnia constant. Substantia igitur est in natura, cujus indole modificationum momentaria transmissio, prævia, & necessaria ad animantium motus, & sensus excitatio, peragatur. Ex quibus omnibus duo deducimus, rei totius summam: fluidissimam, & subtilissimam in animantibus esse substantiam, per eorum nervos velo-

locissime agentem, spiritus animales nuncupatam. Hanc vero substantiam quemdam esse ignem electricum, eum saltem secum deferre, aut illo semper excitari. Primum est asserta propositio; videturque plane certum. Secundum ad rei modum spectat, & analogiæ argumento innititur.

53. Ignem enimvero elementarem in animantium corporibus semper esse, explicari, agere: in eumque, tamquam in totius rei fundamentum, perennes omnes in animantibus resolvi motus, in superioribus deduximus. Quid vero est materia electrica, nisi idemmet ignis elementaris, aut quoddam de ejus genere fluidum? Id etiam fuit suo loco a nobis deductum. Hæc igitur caussa in humano corpore existit, propositis effectibus ex indole sua sufficiens. Quæ opponi possunt, vires spectant, & modum quo subtilissimi illi spiritus per nervos tantummodo, & velocissime agunt, atque animam excitant. Primum in dissertatione de Electricitate, secundum in metaphysica agitamus, & explicare adnitimur.

54. Præter hæc duo capita indicata opponi possunt sequentia. I. Nullos in nervis observari continuatos canales, qui ad spirituum animalium fluxum essent necessarii. Hoc argumentum eos solummodo premit, qui spiritus animales per nervos, tamquam per alveum, & canales aqua, aut cæteri sensibiles liquores fluere existimabant: qui quidem fuerat plurimorum veterum sensus. Respondeo, si quæ de electricitate diximus, in mentem revocas, tota evanescit difficultas. Ad spirituum animalium, materiæ proculdubio subtilissimæ, corporum poros, & insensibiles canaliculos satis esse, res est plane constans. Ampliores ii proculdubio in nervorum medulla, quam in metallis existunt: ii tamen postremi ad fluidi electrici fulgurationem, seu transmissionem, tamquam fulgur, satis sunt.

55. II. Soli nervi ad omnes sensuum functiones, nostrique corporis motus exercendos citra quoscumque animales spiritus sufficiunt: ratione enim continuitatis nervorum actiones externorum objectorum ad cerebrum usque transmitti possunt: tensione vero, flexibilitate, atque tenacitate partium affectionibus transmittendis, & membrorum motibus peragendis apti omnino sunt; spiritus igitur animales superfluunt.

Resp.

Resp. Satis superque ex dictis constat, nervos se solos ad obiecta munera obeundum esse plane impares. In iisque idcirco probandis immorari superfluit.

56. III. Opponitur. Inane prorsus est, atque commentitium, quod de spirituum dissipatione dicimus; a nulla fibrarum debilitatione, aut subtilium partium a nostro corpore evaporatione, & dissipatione defatigatio, & lassitudo capitis, caeterorumque membrorum provenit. Resp. Nihil mechanicae physicae genio, & legibus in praesenti argumento magis consentaneum, quam spirituum dissipatio, atque inde derivata membrorum defatigatio, lassitudo, capitisque debilitas. Quid enim physicarum caussarum indoli, notisque legibus congruentius, quam violento motu, & contentione intimas corporis partes agitari, agitatione incalescere, calore rarescere, raritate fieri leviores; avolare, dissipari? Id vero in iis potissimum partibus, ac substantia verum erit, quae & tenuior, & subtilior, & magis volatilis fuerit: quales sunt animales spiritus, de quibus loquimur. Hisce partibus avolantibus, nervos, & musculos, ab iis antea inflatos, tensos, & agitatos, languescere, laxari, flaccescere necesse est: hinc nimius ex violento motu, & contentione calor, sudor, defatigatio, debilitas.

57. Spiritus animales a recentioribus aliquot, tamquam purum ignorantiae asylum reiiciuntur: iis enim, inquiunt, tribuitur quidquid explicari, atque intelligi non potest. Resp. Ut ut veteres aliqui carpi hoc argumento possent, qui mirabiles omnino functiones, munia, officia iis spiritibus tribuebant, quae materiae vires superabant, & caussarum materialium leges evertebant; nobis tamen immerito opponeretur; qui nihil animalibus spiritibus referimus, quod mechanicum non sit, & caussarum viribus observatione quotidiana, & experimento notis non innitatur.

58. Spiritibus animalibus, oppones, transmissio affectionum peragi non potest: moventurne enim per nervorum medullam spiritus? Illi motui perenne impedimentum esset medulla? Aliine in alios sibi proximos modificationem transmittunt? Quomodo tamen id per mediam medullam? Resp. Post rem electricam detectam, & illa, quae suo loco de ejus materia motu, aut actionis transmissione diximus, neque haec difficultas proponi, neque in ea solvenda immorari opor-

oportet. Utroque modo rem peragi posse, electrica materia demonstrat.

PROPOSITIO VI.

59. *Sensus organa sunt tantummodo nervi: illaeque tantum corporis partes sunt sensu praeditae, seu sensibiles, quae nervorum ramis sunt complicatae, & compositae.*

Communis fuerat ad nostram usque aetatem hominum opinio, quamplurimas animantium, nominatim vero humani corporis partes sensu esse praeditas. De omnibus quidem res ab antiquis intelligebatur, cum neque anatomiae, neque physicae colebantur studia. Rudes postmodum observationes, humores, seu fluida ab eo numero excepere: solidis omnibus id muneris tributum. Harum etiam aliquibus ab illo numero paulatim, prout physica indies promovebatur, exceptis, de ossibus, periostio, meningibus, earumque ramis per totum corpus productis, & aliis partibus soliditate similibus antiquum supererat praejudicium. Cultello tandem anatomico diligentissime tractato, & recentiorum aliquot anatomicorum industria, & scrupulosis observationibus ad id rei agnoscendum data opera susceptis, primo quidem non leve dubium, diuturna deinde inter omnes fere alicujus nominis medicos disputatio orta.

60. Disputando, ut fieri solet, non parum studio partium, & ex praejudiciis actum. Cum dissidium tandem ad meninges, & periostium fere reducatur, rebus omnibus hinc inde perpensis probabilior apparet asserta a nobis sententia. Et primo quidem de sanguine, caeterisque humani corporis humoribus una omnium sententia est. Nullum in iis sensus vestigium: quocumque tandem modo tractentur. Unde neque animam ejusmodi partibus inesse, neque ab illa vivificari, antiquis etiam ratum fuit. Ossibus praeterea, adipi, glandulis nemo jam tribuit sensum. Omnes eae partes quocumque velis modo, seorsim a nervis agitentur, macerentur, torqueantur, aut secentur, nullum edunt sensum. Sunt illae omnes inertes quaedam massae organicae ad peculiaria in viventibus obeunda munia destinatae, quae citra omnem sensum peraguntur. Praeter alia munera, omnium membrorum compa-

pagi sustinendæ fulcro sunt ossa, humorum percolationi glandulæ inserviunt: mechanicæ proculdubio functiones absque omni sensu peractæ.

61. De hisce quidem conveniunt jam omnes. Res fere tota circa ossium periostia, pericranium, meninges, & similia vertitur. Si hæc etiam sensu destitui probetur: res erit confecta. Experimentis vero habemus 1. nervorum papillas, dum epidermide sunt contectæ, non nisi languidum habere sensum, etsi fortiter premantur & torqueantur: si ab epidermide denudentur, medullaque nervorum detegatur; ad levissimum quemcumque tactum intolerabilis sentitur dolor. 2. Eo languidior est partium sensus, quo magis callosa est epidermis, nervorumque membranæ, aut ipsi etiam profundius intra carnem sepulti: contra vero ubi delicatior est epidermis, teneriora, & molliora involucra, & propius ad externam cutem nervi; acutior semper est sensus. 3. Pro numero præterea, atque multiplicitate nervorum confluentium, magis, minusve sensibiles sunt humani corporis partes: pari aliunde ramorum teneritudine existente. 4. Rem conficere videtur experimentum a *Boerhaavio* observatum; & a nobis jam alibi citatum. Dum solæ canis meninges, sublato cranio jam detectæ, tractabantur; nullum doloris edebat signum: miserum ejulabat, si cerebrum aliqua in parte nudaretur, & vel levissime tangeretur (*a*). Sunt vero nervorum medullæ productiones, & continuati rami substantiæ cerebri: utriusque vero meningis duplex eorumdem nervorum membrana. Eadem harum partium ubique natura, & conditio. 5. Eo jam experiendo deventum est, ut non modo ossa periostio antea nudata secarentur, sed ipsummet periostium, ubi nervis erat destitutum, rumperetur, & maceraretur: utrumque vero citra omne sensus indicium. Numerosa ejus rei experimenta videri possunt apud *Haller*; & alios idem postea argumentum fuse prosecutos.

62. Si quis mihi opponat, acutum semper dolorem ab unoquoque nostrum sentiri, in quacumque fere hu-

(a) *Boerhaave prælectiones n.* 481.

humani corporis parte infligatur vulnus: acutissimum dolere fracta, aut etiam luxata ossa: musculorum, carnisque sectionem ferri vix posse: corde vel leviter icto, mori illico animal: ad meningis macerationem, aut sectionem, ejulasse etiam aliquando canes, & animantia alia ad experimentum ea de re instituendum adducta: si quis, inquam, hæc, aut similia alia opponat, quibus opposita veterum opinio innitebatur; facili negotio ab hisce te expedies. Vix fieri potest, ut in corpore humano infligatur vulnus, quin numerosi nervorum rami secentur, aut alia ratione torqueantur. Quid enim cutis, nisi mirabile quoddam organicum rete, ex subtilissimis ejusmodi ramis, papillis interspersis intertextum? Infra id vero rete angustissimis tantum interstitiis apertum, infinita fere hac illac per membra omnia serpunt nervorum propagines, ampliores, subtilesve trunci in numerosam ramorum sobolem luxuriantes. Quid igitur mirum, si ex communibus vulneribus consequatur semper dolor? Partes nervis destitutas, aut ab iis arte separatas cultello docte rumpas: si vulneratum animal doleat, quod numquam accidit; caussam vicisti: sin minus; vulgaria omnia experimenta adduci amplius in argumentum non debent.

63. Dolor ex confractis ossibus ortus, argumento olim fuerat, ut ossibus ipsis sensus esse existimaretur. Re examinata, perinde id de ossibus, atque de periostio probat: hoc est, de neutro. Nervorum productionibus periostia etiam constant; in caput igitur semper redimus: ab earum partium dolore, argumentum petitur, quibus insunt nervi. Quodsi musculi, caroque sine dolore numquam cæditur; pura id est, atque necessaria ex modo dictis consequentia. Nervos, aut eorum productiones partibus in argumento allatis passim disseminatos non inficiatur vel anatomiæ tyro. Id vero ad difficultatem tollendam satis. Quod de cordis vulnere, tristique vulneris consequentia quarto loco opponitur, æque est & verum, & ad rem præsentem inutile. Cor humanum, totius vitalium motuum systematis principium, a mirabilis hujusce machinæ auctore statutum est; idque muneris ex intima ejus fibrarum indole, textura, & organica dispositione exercet, juxta doctrinam in superiori volumine luculenter disputatam. Vulnere

re in cor inflicto, primi hujusce mobilis, naturalium omnium corporis actionum, præcipuique tantorum motuum elateris, rumpuntur fibra, & vasa; eorum ordo turbatur, totius machinæ fundamentum, & princeps veluti rota ab actione sistit. Communis hæc est compositæ cujuscumque machinæ a dato principio ad motum actæ conditio. Cum vero humanum vivere, cogitare, agere, quamdiu vitam præsentem vivimus, ex suprema auctoris voluntate a vitalibus iis motibus omnino pendeant; mechanico principio vitiato, mori illico opus est. Mors igitur ex inflicto illo vulnere repentina non dolentis, aut sentientis cordis, sed corrupti, & vitiati argumentum est.

64. Ad meningis utriusque sectionem ejulasse aliquando animantia, non inficior: eum tamen dolorem non sectis meningibus, sed ruptis nervorum productionibus per membranas illas serpentibus tribuendum, plane demonstrant citata superius experimenta.

LECTIO III.

De sensu interno, seu communi, ejusque functionibus, Phantasia, Imaginatione, Memoria, somno, vigilia, & insomniis.

65. QUÆ modo de interiori sensus natura, muniis, functionibus explicanda sunt, maximis involvuntur tenebris, vixque ulla nobis spes; affulget recondita adeo physiologiæ arcana, quæ metaphysicam etiam spectant, in claram lucem extrahendi. Si antiquos Philosophos de hoc argumento disputantes consulamus; nil nisi nomina, sensu forsitan vacua, aut rem saltem non explicantia dabunt. Novimus enim vero ex modernis Anatomicis, quæ sint præcipuæ, & magis notabiles cerebri, aut cerebelli partes: duplicem meningem, utramque cerebri substantiam, corticalem, & callosam habemus exploratam. Mille venarum, arteriarum, sinuum, ventriculorum, glandularum labyrinthos detegimus, perspicimus, examinamus: hisce tamen omnibus perspectis, *quid est memoria*, quærimus; *quid imaginatio*, *quid phantasmata?* hæret nobis aqua: verba proferimus: rem longis circumlocutionibus aggredimur, involvimus, tradimus: sed & nosmetipsos non capimus,

nus, & nobis tamen, quasi rem teneremus, aliisque nolentes, & inviti imponimus: Utcumque res sit; primum ego, quid nominibus titulo hujus lectionis adductis, significemus, definiam; deinceps vero definitos sensus internos reapse existere, unam tamen omnes eamdemque esse facultatem, seu animam probabo: tandem quid physice sint hujusmodi sensus, quove pacto, ratione, & physicis legibus perficiantur, quantum reconditissimi argumenti obscuritas patitur, & ego ipse intelligo, in medium adducam.

DEFINITIONES.

66. *Sensus internus est, qui, etiam externis sensibus feriantibus agit, aut elicitur*: Qui propterea sedem, & organum habet, & functiones suas exercet in interiori aliqua animati corporis parte. Si quem ergo sensum habeamus, cujus functiones, & organum sint tantummodo in cerebro, ille procul dubio erit *sensus internus*.

67. *Sensus communis ille erit, quo aliorum sensuum objecta percipit, sensit, & sibi repræsentat anima*. Communis dicitur ratione plurium objectorum, quæ illo percipiuntur, & organi quo plurium etiam sensuum functiones exercentur. Si quis igitur in nobis sit internus sensus, quo externorum sensuum objecta percipiamus; is proculdubio erit *sensus internus communis*. Hunc sensum in nobis existere, statim demonstrabimus.

68. *Imaginatio* est illa animæ facultas, aut sensus, quo, feriantibus externis sensibus, aut citra præsens eorum exercitium, rerum sensu aliquo olim perceptarum ideas nobis exhibemus; repræsentamus, conjungimus, dividimus, comparamus. Imaginatio dicitur alio nomine *Phantasia*: utraque autem exercetur circa affectiones, & repræsentationes aliis sensibus habitas: quarum vestigia remanent, iisque excitatur iterum anima. Hujusmodi vestigia, quodcumque rei illa tandem sint, sunt *phantasmata*.

69. *Phantasmata* sunt illæ cerebri affectiones, modificationes, signa, atque sensibilium rerum sensibiles imagines, & confusa, aut clara idola, quibus ad eadem objecta sibi iterum repræsentandum anima excita-

tatur. Uno verbo, Phantasmata definiri, nuncuparique possunt, *sensibilium idearum vestigium*.

70. Quid nominis sint *Memoria*, *Somnus*, *Vigilia*, *Insomnia*, notissimum omnibus est: quid vero rei hisce, & aliis modo definitis nominibus significemus, deinde explicare conabimur. Plurima in præsenti argumento a Philosophis, atque Anatomicis quæruntur: quid scilicet sint sensus communis, imaginatio, memoria? Quodnam sit peculiare horum actuum, seu functionum animæ organum: quænam deinde memoriæ, imaginationis, phantasmatum, somni, vigiliæ, insomniorum caussæ, origo: atque ejusdem farinæ alia quamplurima, quæ reconditissima sunt.

71. Inutile autem esset quærere, aut longa oratione disputare, utrum aliquis in nobis sit sensus *Internus communis*, imaginatio, phantasmata &c. Meridiana luce clariora ista sunt, nostraque omnium conscientia rem prorsus demonstrat. Vim præterea illam, seu facultates animæ, quarum actus sunt recordari, objecta imaginari, & alii similes, ipsammet animam existere: quæ aliis & aliis organis, objectis, & modo excitata diversos eliciat actus, iis facultatibus respondentes, & nominibus significatos, metaphysicæ argumentum est, eaque in scientia conficimus. Humanus animus una in nobis est substantia, quæ cogitet, ratiocinetur, velit, nolit, recordetur, sentiat. Longe hæc a materiæ indole, ab inerti corpore obsunt. Illa omnia per se ipsum agit spiritus: id ipsum est, esse animam. Nisi in anima, ne concipi quidem illæ facultates possunt. Quid enim vero relatæ facultates citra animam? quid etiam anima ab iis facultatibus distincta, & consequenter separabilis? Estne alia in homine, quæ cogitet, alia quæ velit, amet, odio habeat anima? Si mirabili tot actuum varietati una per se ipsam satis est anima; si illos omnes per se ipsam elicit, una omnium est facultas; quare imaginationem, phantasiam, memoriam ab anima distinguere? sed his in metaphysicam omissis, quod physicum est, prosequamur.

PRO-

PROPOSITIO VII.

72. *Omne discrimen, quod inter Memoriam, Imaginationem, sensum communem intercedit, aut intercedere existimatur; ad diversas solummodo & proprias ejusdem animæ functiones, munia, & perceptiones spectat; atque ab organorum, objectorum, & modificationum diversitate derivatur.*

Primo enim ex modo indicatis, & alibi luculenter discussis constat, omnes illas facultates esse unam, eamdemque animam, nullamque inter illas distinctionem existere. Alia tamen ex parte negari non potest, diversum quidem esse objecta præsentia sentire, sensibilem rei absentis imaginem mente repræsentare, de rebus antea notis recordari: hæc igitur sunt multiplices, atque diversæ ejusdem animæ functiones, atque perceptiones circa sensibilia objecta habitæ: earumque diversitas non quidem ab anima, sed ab assertis fontibus derivatur.

73. 2. Res plane constabit, si modum, quo anima circa objecta externa versatur, atque illa percipit, animadvertamus. Anima nostra objecta externa ope impressionis ab ipsis objectis in externorum sensuum organis factæ, atque inde mediis nervis, & spiritibus animalibus ad animæ ipsius sedem transmissæ, objecta ipsa visa, audita, tacta, olfacta, & degustata sentit: eosque animæ sensus, seu perceptiones *auditum*, *visionem* &c. nuncupamus. Hæc animæ perceptio, atque sensus modo est obscurus, modo clarior, & vividior: objectum aliquando, ut illud in se est, repræsentat; illius sæpe exhibet dissimilem admodum mentalem imaginem. Rursus eadem anima succussis veluti, & excitatis prioribus illis objectorum olim præsentium modificationibus, seu affectionum vestigiis, eorumdem; modo absentium, imagines concipit, objecta ipsa sibi repræsentat; sentit, percipit, & veluti in imagine, objectis suis simili, videt.

74. 3. Denique objectorum, rerum, & idearum vestigia sensus communis, seu interni organis alte imprimit; impressa retinet: ut postea, cum libuerit, aut opus fuerit, recondita illa imaginum promptuaria revisens, nota olim objecta iterum percipiat.

75. Omnia hæc munia, atque functiones, quæ sunt

proculdubio diversæ, una eademque individua peragit anima. Horum primum est, & dicitur *sensus communis*: secundum *imaginatio*, tertium *memoria*: hisce igitur nominibus non diversas facultates inter se, aut ab anima distinctas significamus; sed animam ipsam intelligimus, quæ circa objecta multiplices perceptiones, actus, & functiones exercet.

76. Aliquam distinctionem intercedere inter communem sensum, imaginationem, & memoriam, seu inter illas animæ functiones, quas prædictis nominibus nuncupamus, res est satis manifesta. Licet enim memoria, & imaginatio ad sensum communem spectent; neque tamen omnis sensus communis est imaginatio, aut memoria: neque postrema hæc duo inter se confundi possunt. Sensu communi, qui ad omnium externorum sensuum objecta extenditur, eorumque omnium actiones percipit, plurima attingimus, quorum perceptio, neque est memoria, neque imaginatio, ut quisque nostrum facile in se ipso experiri potest. Prima equidem alicujus objecti perceptio per internum *communem sensum* habita, non est memoria: cum hæc sit præteriti sensus, seu perceptionis conservatum vestigium: sæpissime etiam non est imaginatio; cum scilicet, (quod frequenter accidit) neque objectum, ut in se ipso existit, repræsentat, neque mentalis quædam est suimet objecti apparens, & sensibilis pictura.

Cum dico, memoriam ad communem sensum spectare; objectorum sensibilium memoriam intelligo: illa enim, qua insensibilium rerum in externos sensus non incurrentium, recordamur, ad intellectionem, non ad communem materialem sensum spectat.

PROPOSITIO VIII.

77. *Sensus communis, Imaginationis, & Memoriæ sedes, seu propria organa sunt in cerebro.*

In hac propositione de homine tantum, atque animalibus perfectis loquimur. Plures enim sunt insectorum, & vermium species, de quibus, attenta eorum structura, aliter est statuendum. De iis, quæ ad rem faciunt, jam superius retulimus, & aliqua postmodum addentur. Constat primo propositio ex communi quadam omnium hominum idea, atque universali experien-

rientia, seu potius nostrimet conscientia, qua praedictarum facultatum, seu functionum sedes intra caput existere existimemus, eoque in loco indigitamus. 2. Memoria, imaginatione, sensu communi objecta omnium externorum sensuum percipimus, attingimus, sentimus, ut omnibus est compertum: illas igitur animae functiones in externorum sensuum, seu modificationum veluti centro, eaque in parte elici opus est, in quam caeterorum sensuum organa confluant, actionesque communicentur, atque transmitti possint, ut communis sensus existant. Ex descriptis autem externorum sensuum organis, nervorum systemate, origine, trunco, & radice evidens est, unum esse cerebrum, quod omnium affectionum, seu excitationum sensuum possit esse commune confluens: cum in illo omnes nervi, sensuumque externorum organa desinant, & veluti in communem radicem uniantur. 3. Tandem cerebro laborante, aut male affecto, licet aliae omnes corporis partes bene se habeant, sensus communis, memoria, imaginatio infirmantur, debilitantur, pereunt: contra vero, dum sanum est caput, nullaque in illo facta est immutatio, laesio, aut vulnus; nihil in praedictis sensibus detrimenti communiter patimur, aut experimur.

78. Et hinc facile intelligimus, qua ratione anima in recondita corporis, & capitis parte existens, omnium externorum sensuum objecta attingere, & sentire possit, eorum impressiones animadvertere, & percipere: iisque positis, & ad cerebrum transmissis, media insuper lege commercii, inter animam, & corpus intercedente, externa ipsa corpora sentire, percipere, agnoscere. Quoniam vero anima corpora non potest cognoscere, nisi corpora ipsa aliquo tandem modo in illam agant; necessario corporum actiones in sensuum externorum organis exceptae ad cerebrum transmitti debent, ut objectorum vice animam ad sensum de iis eliciendum excitent. Hujusmodi autem actiones aliud esse non possunt, nisi motus, aut modificationes per nervos, & spiritus animales ad cerebrum translatae, & propagatae.

ii spiritus potissima sensuum animæ, & motuum corporis instrumenta: an id potius nervis tantummodo est tribuendum? Habes rei summam; quid ego tenendum existimem, paucis accipe.

PROPOSITIO V.

48. *Existunt proculdubio spiritus animales modo definiti, iique nervis mollitiem, tenacitatem, tensionem, & flessibilitatem conciliant: sensuum, & motuum functionibus inserviunt.*

Propositionem demonstrat ipsamet humani corporis structura, partium ratio, & functiones. Multiplices enim vero in glandulis fieri sanguinis percolationes, atque percolationum beneficio puriores sanguinis partes secerni, atque a natura ipsa ad diversa munia separari, & reservari, res est prorsus indubia. Hujusmodi percolationes in cerebro etiam fieri, insignis glandularum illic existentium numerus, atque descripta superius cerebri conformatio evincit. Rursus subtilissimam illam fluidam substantiam nervos ingredi, humectare, irrigare, & per illos fluere, inficiari omnino non poterit, qui nervorum structuram, radices, truncum, medullam, animadverterit. 2. Nisi humore semper irrigentur, nutriantur, & imbibantur; amplius non erunt flexibiles, & quodammodo arescent: iis autem arescentibus, aut rigentibus, sensum, & motum iis in membris amittimus, quæ iis nervis reguntur. 3. Obstruuntur sæpe etiam nervi: obstrui autem non possent, nisi per illos subtile aliquod liquidum flueret. 4. Inflantur aliquando, tenduntur, tumescunt nervi, quandoque vero flaccescunt: primum autem a copiosiori subtili fluido sese per nervos insinuante: secundum ab ejusdem fluidi dissipatione, & defectu provenire opus est. 5. Violento motu, & labore sudamus, atque defatigamur: defatigari autem aliud non est, quam vires amittere, hoc est, nervos, & musculos, omnium animantium motuum instrumenta, laxari, & flaccescere: sudore, transpiratione, defatigatione volatiles humorum nostrorum particulas solum amittimus: quæ agitatione ipsa aliæ in alias actæ, aliæ ab aliis magis solutæ, & subtiliores inde factæ, ab interno elementari igne rarefactæ, & per poros calore apertos a corpore nostro erumpunt in aerem.

Cum

Cum igitur eam unam hac ratione amittamus substantiam; aliaque ex parte vegeti antea nervi, vel una illa evaporante fluida substantia flaccescant, qua antea madescebant; hujusmodi subtili fluido, hoc est, spiritibus animalibus nervos irrigari concludendum est.

49. Sed ab ipsismet animantium motibus, & sensuum functionibus, quæ duo potissima sunt nervorum, & spirituum munera, omnes propositionis partes evincuntur. Solam nervorum substantiam sensuum organum existere per eos etiam omnes animantium motus peragi, duo sunt apud omnes certa. Primum inferius, secundum in priori hujus physiologiæ parte est demonstratum. Si igitur nervi, se solis, ad duo illa generalia capita, totam animantium rationem, & actiones comprehendentia, non sufficiant: ea vero omnia spirituum indoli sint conformia; tunc vero nullum amplius de illis esse potest dubium. Id vero primum constat, modificationem ab externo objecto in manu v. g., pede, oculo factam momento temporis ad cerebrum, ad animam transmitti, & pervenire. Vicissim etiam quoscumque motus pede, manu agendos mente decernamus, nulla temporis mora ab iis partibus peragi. Ad hujusmodi momentariam transmissionem satis non est continuata nervorum extensio. Sunt scilicet ii corpus ad cerebrum usque continuum: parum tamen, aut nihil elasticum. Angulis sæpe factis, inflectuntur: in digitorum articulis, cubito, humeris, collo, ubi in medullam spinæ, aut cerebro inseruntur, & alibi etiam incurvantur, flectuntur, directiones mutant. In tot angulorum multiplicitate modificationis transmissionem hebetari, retundi, perire, necesse videtur. Rei difficultatem tollere utcumque posset perfecta continuatorum corporum elasticitas: hæc vero, neque in nervorum membranis visitur, neque in molli eorum medulla.

50. Est enim vero tempus, quo animantium quorumcumque nervi sunt adeo molles, ut albumen ovi non superent. Is sane est aliquorum viventium, vermium potissimum per totam eorum vitam status, & conditio: Mollissimis, & fere fluidis, semper existentibus organicis eorum corporibus. Is secundo est animantium omnium, hominis etiam, status in germinibus: cum animantium corpora perfecte quidem constructa fere sunt fluida, & pellucida, & in ovis jam

nutriuntur, & crescunt, cum ante, tum etiam post fæcundationem. Rem demonstrant pulli gallinacei observationes ab *Haller* diligentissime prosecutæ. Pulli germen perfecte constructum, & ante incubationem nutritur, & crescit, & paucis ab incepta incubatione diebus transactis, discerni incipit; omnesque machinula illa exercet motus ad nutritionem, & augmentum necessarios. Est tamen adhuc corpus mollissimum, ut ipsum ovi albumen. Rei veritate posita, de qua nullus jam dubitat physicarum rerum eruditus, in insensibili illa animantis machinula jam tum moventur cor, pulmones, sanguis, arteriæ: fluidos fere nervos esse ad id rei satis, dici posse non videtur.

51. Duo in nervis sunt maxime spectanda, membranæ, & medulla: primæ, piæ, & duræ matris productiones omni sensu sunt destitutæ; secunda, omnium sensuum sedes, substantia perquam mollis, affectionum transmissioni est prorsus impar. Per neutram igitur nervorum partem sensus functiones peragi possunt: aliudque idcirco per medios nervos prædictas functiones agit, omnium animantium proprias. Quodcumque id sit, debet proculdubio esse substantia adeo subtilis, fluida, & elastica, ut per nervorum medullam, impeditam molli substantia viam, facillime, & velocissime transfluat, aut per illam actio transmittatur. Illa sane medulla sensibili cuicumque fluido impedimentum esset insuperabile: materiæ vero electricæ aptissimus est, & proprius in animantium corpore conductor. Rem demonstrant experimenta, & phænomena electrica in loco a nobis tradita.

52. In experimento Lugduno-batavico, & aliis passim fulmen illud electricum, & percussio per nervos in oculi ictu, tamquam fulgur, transmittitur ab uno ad aliud extremum. Hæc una est fluida, & subtilissima substantia hucusque nota, cujus transmissioni densissima, & durissima corporum massa impedimento non est: & quæ in animantium nervos præ omnibus aliis corporibus agit. Citatis experimentis hæc omnia constant. Substantia igitur est in natura, cujus indole modificationum momentaria transmissio, prævia, & necessaria ad animantium motus, & sensus excitatio, peragatur. Ex quibus omnibus duo deducimus, rei totius summam: fluidissimam, & subtilissimam in animantibus esse substantiam, per eorum nervos velo-

lociſſime agentem, ſpiritus animales nuncupatam. Hanc vero ſubſtantiam quemdam eſſe ignem electricum, eum ſaltem ſecum deferre, aut illo ſemper excitari. Primum eſt aſſerta propoſitio; videturque plane certum. Secundum ad rei modum ſpectat, & analogiæ argumento innititur.

53. Ignem enimvero elementarem in animantium corporibus ſemper eſſe, explicari, agere: in eumque, tamquam in totius rei fundamentum, perennes omnes in animantibus reſolvi motus, in ſuperioribus deduximus. Quid vero eſt materia electrica, niſi idem met ignis elementaris, aut quoddam de ejus genere fluidum? Id etiam fuit ſuo loco a nobis deductum. Hæc igitur cauſſa in humano corpore exiſtit, propoſitis effectibus ex indole ſua ſufficiens. Quæ opponi poſſunt, vires ſpectant, & modum quo ſubtiliſſimi illi ſpiritus per nervos tantummodo, & velociſſime agunt, atque animam excitant. Primum in diſſertatione de Electricitate, ſecundum in metaphyſica agitamus, & explicare adnitimur.

54. Præter hæc duo capita indicata opponi poſſunt ſequentia. I. Nullos in nervis obſervari continuatos canales, qui ad ſpirituum animalium fluxum eſſent neceſſarii. Hoc argumentum eos ſolummodo premit, qui ſpiritus animales per nervos, tamquam per alveum, & canales aqua, aut cæteri ſenſibiles liquores fluere exiſtimabant: qui quidem fuerat plurimorum veterum ſenſus. Reſpondeo, ſi quæ de electricitate diximus, in mentem revocas, tota evaneſcit difficultas. Ad ſpirituum animalium, materiæ proculdubio ſubtiliſſimæ, corporum poros, & inſenſibiles canaliculos ſatis eſſe, res eſt plane conſtans. Ampliores ii proculdubio in nervorum medulla, quam in metallis exiſtunt: ii tamen poſtremi ad fluidi electrici fulgurationem, ſeu tranſmiſſionem, tamquam fulgur, ſatis ſunt.

55. II. Soli nervi ad omnes ſenſuum functiones, noſtrique corporis motus exercendos citra quoſcumque animales ſpiritus ſufficiunt: ratione enim continuitatis nervorum actiones externorum objectorum ad cerebrum uſque tranſmitti poſſunt: tenſione vero, flexibilitate, atque tenacitate partium affectionibus tranſmittendis, & membrorum motibus peragendis apti omnino ſunt; ſpiritus igitur animales ſuperfluunt.

Reſp.

Resp. Satis superque ex dictis constat, nervos se solos ad obiecta munera obeundum esse plane impares. In iisque idcirco probandis immorari superfluit.

56. III. Opponitur. Inane prorsus est, atque commentitium, quod de spirituum dissipatione dicimus; a nulla fibrarum debilitatione, aut subtilium partium a nostro corpore evaporatione, & dissipatione defatigatio, & lassitudo capitis, cæterorumque membrorum provenit. Resp. Nihil mechanicæ physicæ genio, & legibus in præsenti argumento magis consentaneum, quam spirituum dissipatio, atque inde derivata membrorum defatigatio, lassitudo, capitisque debilitas. Quid enim physicarum caussarum indoli, notisque legibus congruentius, quam violento motu, & contentione intimas corporis partes agitari, agitatione incalescere, calore rarescere, raritate fieri leviores; avolare, dissipari? Id vero in iis potissimum partibus, ac substantia verum erit, quæ & tenuior, & subtilior, & magis volatilis fuerit: quales sunt animales spiritus, de quibus loquimur. Hisce partibus avolantibus, nervos, & musculos, ab iis antea inflatos, tensos & agitatos, languescere, laxari, flaccescere necesse est: hinc nimius ex violento motu, & contentione calor, sudor, defatigatio, debilitas.

57. Spiritus animales a recentioribus aliquot, tamquam purum ignorantiæ asylum reiiciuntur: iis enim, inquiunt, tribuitur quidquid explicari, atque intelligi non potest. Resp. Ut ut veteres aliqui carpi hoc argumento possent, qui mirabiles omnino functiones, munia, officia iis spiritibus tribuebant, quæ materiæ vires superabant, & caussarum materialium leges evertebant; nobis tamen immerito opponeretur; qui nihil animalibus spiritibus referimus, quod mechanicum non sit, & caussarum viribus observatione quotidiana, & experimento notis non innitatur.

58. Spiritibus animalibus, oppones, transmissio affectionum peragi non potest: moventurne enim per nervorum medullam spiritus? Illi motui perenne impedimentum esset medulla? Aliine in alios sibi proximos modificationem transmittunt? Quomodo tamen id per mediam medullam? Resp. Post rem electricam detectam, & illa, quæ suo loco de ejus materia motu, aut actionis transmissione diximus, neque hæc difficultas proponi, neque in ea solvenda immorari opor-

oportet. Utroque modo rem peragi posse, electrica materia demonstrat.

PROPOSITIO VI.

59. *Sensus organa sunt tantummodo nervi: illaeque tantum corporis partes sunt sensu praeditae, seu sensibiles, quae nervorum ramis sunt complicatae, & compositae.*

Communis fuerat ad nostram usque aetatem hominum opinio, quamplurimas animantium, nominatim vero humani corporis partes sensu esse praeditas. De omnibus quidem res ab antiquis intelligebatur, cum neque anatomiae, neque physicae colebantur studia. Rudes postmodum observationes, humores, seu fluida ab eo numero excepere: solidis omnibus id muneris tributum. Harum etiam aliquibus ab illo numero paulatim, prout physica indies promovebatur, exceptis, de ossibus, periostio, meningibus, earumque ramis per totum corpus productis, & aliis partibus soliditate similibus antiquum supererat praejudicium. Cultello tandem anatomico diligentissime tractato, & recentiorum aliquot anatomicorum industria, & scrupulosis observationibus ad id rei agnoscendum data opera susceptis, primo quidem non leve dubium, diuturna deinde inter omnes fere alicujus nominis medicos disputatio orta.

60. Disputando, ut fieri solet, non parum studio partium, & ex praejudiciis actum. Cum dissidium tandem ad meninges, & periostium fere reducatur, rebus omnibus hinc inde perpensis probabilior apparet asserta a nobis sententia. Et primo quidem de sanguine, caeterisque humani corporis humoribus una omnium sententia est. Nullum in iis sensus vestigium: quocumque tandem modo tractentur. Unde neque animam ejusmodi partibus inesse, neque ab illa vivificari, antiquis etiam ratum fuit. Ossibus praeterea, adipi, glandulis nemo jam tribuit sensum. Omnes eae partes quocumque velis modo, seorsim a nervis agitentur, macerentur, torqueantur, aut secentur, nullum edunt sensum. Sunt illae omnes inertes quaedam massae organicae ad peculiaria in viventibus obeunda munia destinatae, quae citra omnem sensum peraguntur. Praeter alia munera, omnium membrorum compa-

pagi sustinendæ fulcro sunt ossa, humorum percolationi glandulæ inserviunt: mechanicæ proculdubio functiones absque omni sensu peractæ.

61. De hisce quidem conveniunt jam omnes. Res fere tota circa ossium periostia, pericranium, meninges, & similia vertitur. Si hæc etiam sensu destitui probetur: res erit confecta. Experimentis vero habemus 1. nervorum papillas, dum epidermide sunt contectæ, non nisi languidum habere sensum, etsi fortiter premantur & torqueantur: si ab epidermide denudentur, medullaque nervorum detegatur; ad levissimum quemcumque tactum intolerabilis sentitur dolor. 2. Eo languidior est partium sensus, quo magis callosa est epidermis, nervorumque membranæ; aut ipsi etiam profundius intra carnem sepulti: contra vero ubi delicatior est epidermis, teneriora, & molliora involucra, & propius ad externam cutem nervi; acutior semper est sensus. 3. Pro numero præterea, atque multiplicitate nervorum confluentium, magis, minusve sensibiles sunt humani corporis partes: pari aliunde ramorum teneritudine existente. 4. Rem conficere videtur experimentum à *Boerhaavio* observatum; & a nobis jam alibi citatum. Dum solæ canis meninges, sublato cranio jam detectæ, tractabantur; nullum doloris edebat signum: miserum ejulabat, si cerebrum aliqua in parte nudaretur, & vel levissime tangeretur (*a*). Sunt vero nervorum medullæ productiones, & continuati rami substantiæ cerebri: utriusque vero meningis duplex eorumdem nervorum membrana. Eadem harum partium ubique natura; & conditio. 5. Eo jam experiendo deventum est; ut non modo ossa periostio antea nudata secarentur; sed ipsummet periostium, ubi nervis erat destitutum, rumperetur, & maceraretur: utrumque vero citra omne sensus indicium. Numerosa ejus rei experimenta videri possunt apud *Haller*; & alios idem postea argumentum fuse prosecutos.

62. Si quis mihi opponat, acutum semper dolorem ab unoquoque nostrum sentiri, in quacumque fere hu-

(*a*) *Boerhaave prælectiones n.* 481.

humani corporis parte infligatur vulnus: acutissimum dolere fracta, aut etiam luxata ossa: musculorum, carnisque sectionem ferri vix posse: corde vel leviter icto, mori illico animal: ad meningis macerationem, aut sectionem, ejulasse etiam aliquando canes, & animantia alia ad experimentum ea de re instituendum adducta: si quis, inquam, hæc, aut similia alia opponat, quibus opposita veterum opinio innitebatur; facili negotio ab hisce te expedies. Vix fieri potest, ut in corpore humano infligatur vulnus, quin numerosi nervorum rami secentur, aut alia ratione torqueantur. Quid enim cutis, nisi mirabile quoddam organicum rete, ex subtilissimis ejusmodi ramis, papillis interspersis intertextum? Infra id vero rete angustissimis tantum interstitiis apertum, infinita fere hac illac per membra omnia serpunt nervorum propagines, ampliores, subtilesve trunci in numerosam ramorum sobolem luxuriantes. Quid igitur mirum, si ex communibus vulneribus consequatur semper dolor? Partes nervis destitutas, aut ab iis arte separatas cultello docte rumpas: si vulneratum animal doleat, quod numquam accidit; caussam vicisti: sin minus; vulgaria omnia experimenta adduci amplius in argumentum non debent.

63. Dolor ex confractis ossibus ortus, argumento olim fuerat, ut ossibus ipsis sensus esse existimaretur. Re examinata, perinde id de ossibus, atque de periostio probat: hoc est, de neutro. Nervorum productionibus periostia etiam constant; in caput igitur semper redimus: ab earum partium dolore, argumentum petitur, quibus insunt nervi. Quodsi musculi, caroque sine dolore numquam cæditur; pura id est, atque necessaria ex modo dictis consequentia. Nervos, aut eorum productiones partibus in argumento allatis passim disseminatos non inficiatur vel anatomiæ tyro. Id vero ad difficultatem tollendam satis. Quod de cordis vulnere, tristique vulneris consequentia quarto loco opponitur, æque est & verum, & ad rem præsentem inutile. Cor humanum, totius vitalium motuum systematis principium, a mirabilis hujusce machinæ auctore statutum est: idque muneris ex intima ejus fibrarum indole, textura, & organica dispositione exercet, juxta doctrinam in superiori volumine luculenter disputatam. Vulne-

re

re in cor inflicto, primi hujusce mobilis, naturalium omnium corporis actionum, præcipuique tantorum motuum elateris, rumpuntur fibræ, & vasa; eorum ordo turbatur, totius machinæ fundamentum, & princeps veluti rota ab actione sistit. Communis hæc est compositæ cujuscumque machinæ a dato principio ad motum actæ conditio. Cum vero humanum vivere, cogitare, agere, quamdiu vitam præsentem vivimus, ex suprema auctoris voluntate a vitalibus iis motibus omnino pendeant; mechanico principio viciato, mori illico opus est. Mors igitur ex inflicto illo vulnere repentina non dolentis, aut sentientis cordis, sed corrupti, & vitiati argumentum est.

64. Ad meningis utriusque sectionem ejulasse aliquando animantia, non inficior: eum tamen dolorem non sectis meningibus, sed ruptis nervorum productionibus per membranas illas serpentibus tribuendum, plane demonstrant citata superius experimenta.

LECTIO III.

De sensu interno, seu communi, ejusque functionibus, Phantasia, Imaginatione, Memoria, somno, vigilia, & insomniis.

65. QUÆ modo de interiori sensus natura, muniis, functionibus explicanda sunt, maximis involvuntur tenebris, vixque ulla nobis spes; affulget recondita adeo physiologiæ arcana, quæ metaphysicam etiam spectant, in claram lucem extrahendi. Si antiquos Philosophos de hoc argumento disputantes consulamus; nil nisi nomina, sensu forsitan vacua, aut rem saltem non explicantia dabunt. Novimus enim vero ex modernis Anatomicis, quæ sint præcipuæ, & magis notabiles cerebri, aut cerebelli partes: duplicem meningem, utramque cerebri substantiam, corticalem, & callosam habemus exploratam. Mille venarum, arteriarum, sinuum, ventriculorum, glandularum labyrinthos detegimus, perspicimus, examinamus: hisce tamen omnibus perspectis, *quid est memoria*, quærimus; *quid imaginatio*, *quid phantasmata?* hæret nobis aqua: verba proferimus: rem longis circumlocutionibus aggredimur, involvimus, tradimus: sed & nosmetipsos non capimus,

mus, & nobis tamen, quasi rem teneremus, aliisque nolentes, & inviti imponimus: Utcumque res sit; primum ego, quid nominibus titulo hujus lectionis adductis, significemus, definiam; deinceps vero definitos sensus internos reapse existere, unam tamen omnes eamdemque esse facultatem, seu animam probabo: tandem quid physice sint hujusmodi sensus, quove pacto, ratione, & physicis legibus perficiantur, quantum reconditissimi argumenti obscuritas patitur, & ego ipse intelligo, in medium adducam.

DEFINITIONES.

66. *Sensus internus est, qui, etiam externis sensibus feriantibus agit, aut elicitur*: Qui propterea sedem, & organum habet, & functiones suas exercet in interiori aliqua animati corporis parte. Si quem ergo sensum habeamus, cujus functiones, & organum sint tantummodo in cerebro, ille procul dubio erit *sensus internus*.

67. *Sensus communis ille erit, quo aliorum sensuum objecta percipit, sensit, & sibi repræsentat anima*. Communis dicitur ratione plurium objectorum, quæ illo percipiuntur, & organi quo plurium etiam sensuum functiones exercentur. Si quis igitur in nobis sit internus sensus, quo externorum sensuum objecta percipiamus; is proculdubio erit *sensus internus communis*. Hunc sensum in nobis existere, statim demonstrabimus.

68. *Imaginatio* est illa animæ facultas, aut sensus, quo, feriantibus externis sensibus, aut citra præsens eorum exercitium, rerum sensu aliquo olim perceptarum ideas nobis exhibemus; repræsentamus, conjungimus, dividimus, comparamus. Imaginatio dicitur alio nomine *Phantasia*: utraque autem exercetur circa affectiones, & repræsentationes aliis sensibus habitas: quarum vestigia remanent, iisque excitatur iterum anima. Hujusmodi vestigia, quodcumque rei illa tandem sint, sunt *phantasmata*.

69. *Phantasmata* sunt illæ cerebri affectiones, modificationes, signa, atque sensibilium rerum sensibiles imagines, & confusa, aut clara idola, quibus ad eadem objecta sibi iterum repræsentandum anima exci-

ta-

tatur. Uno verbo, Phantasmata definiri, nuncuparique possunt, *sensibilium idearum vestigium*.

70. Quid nominis sint *Memoria*, *Somnus*, *Vigilia*, *Insomnia*, notissimum omnibus est: quid vero rei hisce, & aliis modo definitis nominibus significemus, deinde explicare conabimur. Plurima in præsenti argumento a Philosophis, atque Anatomicis quæruntur: quid scilicet sint sensus communis, imaginatio, memoria? Quodnam sit peculiare horum actuum, seu functionum animæ organum: quænam deinde memoriæ, imaginationis, phantasmatum, somni, vigiliæ, insomniorum caussæ, origo: atque ejusdem farinæ alia quamplurima, quæ reconditissima sunt.

71. Inutile autem esset quærere, aut longa oratione disputare, utrum aliquis in nobis sit sensus *Internus communis*, imaginatio, phantasmata &c. Meridiana luce clariora ista sunt, nostraque omnium conscientia rem prorsus demonstrat. Vim præterea illam, seu facultates animæ, quarum actus sunt recordari, objecta imaginari, & alii similes, ipsammet animam existere: quæ aliis & aliis organis, objectis, & modo excitata diversos eliciat actus, iis facultatibus respondentes, & nominibus significatos, metaphysicæ argumentum est, eaque in scientia conficimus. Humanus animus una in nobis est substantia, quæ cogitet, ratiocinetur, velit, nolit, recordetur, sentiat. Longe hæc a materiæ indole, ab inerti corpore obsunt. Illa omnia per se ipsum agit spiritus: id ipsum est, esse animam. Nisi in anima, ne concipi quidem illæ facultates possunt. Quid enim vero relatæ facultates citra animam? quid etiam anima ab iis facultatibus distincta, & consequenter separabilis? Estne alia in homine, quæ cogitet, alia quæ velit, amet, odio habeat anima? Si mirabili tot actuum varietati una per se ipsam satis est anima; si illos omnes per se ipsam elicit, una omnium est facultas; quare imaginationem, phantasiam, memoriam ab anima distinguere? sed his in metaphysicam omissis, quod physicum est, prosequamur.

PRO-

PROPOSITIO VII.

72. *Omne discrimen, quod inter Memoriam, Imaginationem, sensum communem intercedit, aut intercedere existimatur; ad diversas solummodo & proprias ejusdem animæ functiones, munia, & perceptiones spectat; atque ab organorum, objectorum, & modificationum diversitate derivatur.*

Primo enim ex modo indicatis, & alibi luculenter discussis constat, omnes illas facultates esse unam, eamdemque animam, nullamque inter illas distinctionem existere. Alia tamen ex parte negari non potest, diversum quidem esse objecta præsentia sentire, sensibilem rei absentis imaginem mente repræsentare, de rebus antea notis recordari: hæc igitur sunt multiplices, atque diversæ ejusdem animæ functiones, atque perceptiones circa sensibilia objecta habitæ: earumque diversitas non quidem ab anima, sed ab assertis fontibus derivatur.

73. 2. Res plane constabit, si modum, quo anima circa objecta externa versatur, atque illa percipit, animadvertamus. Anima nostra objecta externa ope impressionis ab ipsis objectis in externorum sensuum organis factæ; atque inde mediis nervis, & spiritibus animalibus ad animæ ipsius sedem transmissæ, objecta ipsa visa, audita, tacta, olfacta, & degustata sentit: eosque animæ sensus, seu perceptiones *auditum*, *visionem* &c. nuncupamus. Hæc animæ perceptio, atque sensus modo est obscurus; modo clarior, & vividior: objectum aliquando, ut illud in se est, repræsentat; illius sæpe exhibet dissimilem admodum mentalem imaginem. Rursus eadem anima succussis veluti, & excitatis prioribus illis objectorum olim præsentium modificationibus, seu affectionum vestigiis, eorumdem; modo absentium, imagines concipit, objecta ipsa sibi repræsentat; sentit, percipit, & veluti in imagine, objectis suis simili, videt.

74. 3. Denique objectorum, rerum, & idearum vestigia sensus communis; seu interni organis alte imprimit; impressa retinet: ut postea, cum libuerit, aut opus fuerit, recondita illa imaginum promptuaria revisens, nota olim objecta iterum percipiat.

75. Omnia hæc munia, atque functiones, quæ sunt pro-

proculdubio diversæ, una eademque individua peragit anima. Horum primum est, & dicitur *sensus communis:* secundum *imaginatio*, tertium *memoria*: hisce igitur nominibus non diversas facultates inter se, aut ab anima distinctas significamus; sed animam ipsam intelligimus, quæ circa objecta multiplices perceptiones, actus, & functiones exercet.

76. Aliquam distinctionem intercedere inter communem sensum, imaginationem, & memoriam, seu inter illas animæ functiones, quas prædictis nominibus nuncupamus, res est satis manifesta. Licet enim memoria, & imaginatio ad sensum communem spectent; neque tamen omnis sensus communis est imaginatio, aut memoria: neque postrema hæc duo inter se confundi possunt. Sensu communi, qui ad omnium externorum sensuum objecta extenditur, eorumque omnium actiones percipit, plurima attingimus, quorum perceptio, neque est memoria, neque imaginatio, ut quisque nostrum facile in se ipso experiri potest. Prima equidem alicujus objecti perceptio per internum *communem sensum* habita, non est memoria: cum hæc sit præteriti sensus, seu perceptionis conservatum vestigium: sæpissime etiam non est imaginatio; cum scilicet, (quod frequenter accidit) neque objectum, ut in se ipso existit, repræsentat, neque mentalis quædam est suimet objecti apparens, & sensibilis pictura.

Cum dico, memoriam ad communem sensum spectare; objectorum sensibilium memoriam intelligo: illa enim, qua insensibilium rerum in externos sensus non incurrentium, recordamur, ad intellectionem, non ad communem materialem sensum spectat.

PROPOSITIO VIII.

77. *Sensus communis, Imaginationis, & Memoriæ sedes, seu propria organa sunt in cerebro.*

In hac propositione de homine tantum, atque animalibus perfectis loquimur. Plures enim sunt insectorum, & vermium species, de quibus, attenta eorum structura, aliter est statuendum. De iis, quæ ad rem faciunt, jam superius retulimus, & aliqua postmodum addentur. Constat primo propositio ex communi quadam omnium hominum idea, atque universali experien-

rientia, seu potius nostrimet conscientia, qua praedictarum facultatum, seu functionum sedes intra caput existere existimemus, eoque in loco indigitamus. 2. Memoria, imaginatione, sensu communi objecta omnium externorum sensuum percipimus, attingimus, sentimus, ut omnibus est compertum: illas igitur animae functiones in externorum sensuum, seu modificationum veluti centro, eaque in parte elici opus est, in quam caeterorum sensuum organa confluant, actionesque communicentur, atque transmitti possint, ut communis sensus existant. Ex descriptis autem externorum sensuum organis, nervorum systemate, origine, trunco, & radice evidens est, unum esse cerebrum, quod omnium affectionum, seu excitationum sensuum possit esse commune confluens: cum in illo omnes nervi, sensuumque externorum organa desinant, & veluti in communem radicem uniantur. 3. Tandem cerebro laborante, aut male affecto, licet aliae omnes corporis partes bene se habeant, sensus communis, memoria, imaginatio infirmantur, debilitantur, pereunt: contra vero, dum sanum est caput, nullaque in illo facta est immutatio, laesio, aut vulnus; nihil in praedictis sensibus detrimenti communiter patimur, aut experimur.

78. Et hinc facile intelligimus, qua ratione anima in recondita corporis, & capitis parte existens, omnium externorum sensuum objecta attingere, & sentire possit, eorum impressiones animadvertere, & percipere: iisque positis, & ad cerebrum transmissis, media insuper lege commercii, inter animam, & corpus intercedente, externa ipsa corpora sentire, percipere, agnoscere. Quoniam vero anima corpora non potest cognoscere, nisi corpora ipsa aliquo tandem modo in illam agant; necessario corporum actiones in sensuum externorum organis exceptae ad cerebrum transmitti debent, ut objectorum vice animam ad sensum de iis eliciendum excitent. Hujusmodi autem actiones aliud esse non possunt, nisi motus, aut modificationes per nervos, & spiritus animales ad cerebrum translatae, & propagatae.

PROPOSITIO IX. PROBLEMA.

79. *In quanam cerebri parte peculiaris sedes sensus communis, Memoriæ, Imaginationis existat; an una, eademque sint communia iis organa, explicare.*

Propositionem tamquam problema proponimus, propterea quod peculiaria sensus communis organa definire, & statuere, res sit maxime obscura; & pene desperata. Quæ partes cerebrum, & cerebellum componant, superius descripsimus. Multiplices sinus, ventriculos, glandulas, venas, arterias in utroque reperimus: perennem illic sanguinis, & spirituum percolationem agnoscimus: quodnam tamen ex his communis sensus organum habebitur? Quidve hæc omnia ad memoriam & communem sensum conferunt? Densissima caligine circa hæc omnia obducimur. Physicos, & Anatomicos invenies, qui memoriam ejusque organa in occipite; seu cerebello, sensum communem in syncipite, imaginationem prope cerebri ventriculos statuant. Sunt qui omnium harum facultatum eadem esse organa, eaque in cerebri ipsius ventriculis existere, contendant. Dum omnia hujus rei gratia in medium adducta in singulis scriptoribus legimus, & meditamur; vix quidquam ob argumenti difficultatem intelligimus; aliquid, dum profundius meditamur, subobscure percipere videmur: dum tamen rem ipsam aliis, vel nobismet ipsis tradere, & persuadere conamur; deficiunt plane verba, & ideæ; neque a nobismetipsis intelligimur.

80. Qui memoriæ, imaginationis, sensus communis organa in peculiari aliqua cerebri parte definite statuunt, obscurissimis tantum conjecturis innituntur, & quasi divinando procedunt. Meo quidem judicio, integrum cerebrum, ejusque partes ad tres illas functiones inserviunt, ut objecta scilicet primo sentiantur, & percipiantur; ut habitas impressiones, tamquam promptuaria armaria, retineant, & conservent; ut conservatas excitent: Ad primum omnes nervorum rami, propagines, continuatio, ac proinde spinæ dorsi radices inserviunt: quoniam enim nervorum rami, & rete per totius corporis superficiem, externasque partes propagati sunt, externorum sensuum organa, atque objectorum impressiones recipiunt, & ad cerebrum,

brum, animamque transmittunt; hæc eadem in cerebro sunt sensus communis organum. Cum nervos dico, eorum medullam intelligo, & spiritus animales per eam fluentes, & agentes. Credibile autem est, animam iis in locis intra cerebrum communi sensu defungi, in quibus nervorum paria desinunt, aut incipiunt: diversoque proinde loco communem sensum visionis, auditus, reliquorumque externorum sensuum elici. Ad secundum, & tertium multiplices aliæ cerebr i partes, ventriculi, sinus, glandulæ, atque ejusmodi alia inserviunt. Hæc tamen a sequenti propositione lucem accipient.

PROPOSITIO X. PROBLEMA.

81. *Interni animæ sensus physicam caussam, & modum explicare.*

Ut difficillimum hoc, & reconditissimum physiologiæ argumentum solvatur; exponendum est, quid illud sit, quod ab externis sensibus ad internum transmittitur; quo pacto illic conservetur; qua ratione excitetur, hebescat, destruatur, agat. 1. Ab externis sensuum organis ad internum, & communem sensum aliquid derivari, hoc est, actiones externorum objectorum in exteriorum sensuum organis receptas, ad cerebrum usque ad excitandam animam diffundi, aut transmitti, indubium est. Etenim sensu interno attingimus, sentimus, recordamur objectorum sensus externi: cum igitur anima, nosmetipsi objecta non sentiamus, nisi illa aliqua tandem ratione in nos agant, nostrorumque sensuum organa afficiant, ut & quotidiana experientia, & naturalis etiam ratio persuadet; manifestum omnino est, externorum objectorum actiones, atque impressiones in organis sensuum receptas ad communis sensus sedem transmitti.

82. 2. Objecta externorum sensuum aliud in eorum organis non agunt, nisi illa impellere, ferire, diversisque modis afficere. Corpora enim in alia corpora hisce tantummodo rationibus agunt.

83. 3. Quoniam igitur omnia sensuum exteriorum organa cum cerebro communicant; ejus continuitatis ratione illæ omnes modificationes in externis sensuum organis impressæ, ad cerebrum usque transmittuntur

ope nervorum, atque spirituum animalium in nervis semper latentium, atque per eos fluentium.

84. 4. Actiones igitur corporum sensibilium in nostrorum sensuum tam externorum, quam interni organa, consistunt tantummodo in motibus, percussionibus, & motuum, percussionumque effectibus, nempe modificationibus materiæ.

85. 5. Hisce autem modificationibus, atque sigillis in interni, vel externi sensus organo impressis, ex vi legis commercii inter corpus, & animam a Deo stabilita, illæ in anima actiones enascantur, atque ab anima ipsa ponuntur, quas *sensus*, *perceptiones*, *imagines*, *repræsentationes*, *ideas*, *intellectiones* nuncupamus. Hæ autem animæ actiones diversos ordines constituunt: neque enim purus sensus eamdem habet indolem, seu naturam, atque intellectio.

86. 6. Illæ affectiones in organis externis impressæ, ad cerebrumque translatæ, in diversis ipsius cerebri organis, veluti quædam sigilla, imprimuntur, impressæ remanent, atque ad tempus saltem conservantur: vel potius illa spirituum, & fibrarum cerebri habitudo, directio, motus, affectio, qua posita, communis in anima sensus oritur, in cerebro ipso conservatur. Transactis siquidem primis objecti sensibus ab externo objecto per exteriora organa, nervos, & spiritus animales excitatis, idemmet objectum intra nosmetipsos iterum sentimus, imaginamur, memoria tenemus: licet tum temporis, immo & pluribus jam ab annis nullam in externos sensus actionem exerceat externum illud objectum; aut circa illud externi sensus omnino ferientur.

87. Etenim cum primus sensus, imaginatio, aut perceptio circa objectum quodcumque externum in corpus, animamque nostram primo agens, ab ejusdem objecti sensu, imaginatione, perceptione conservata non differat; uterque actus animæ eamdem habet caussam; cum ergo primus ille in nobis sensus, quem circa objectum aliquod elicimus, in anima nostra excitetur, & producatur, ob modificationem ab objecto in nobis factam; manifestum est, ejusdem remanentis effectus eamdem remanere caussam: primæ igitur illius actionis, & modificationis aliquod vestigium cerebro impressum manet.

88. 7. Ob-

88. 7. Objectorum actiones in externos, internumque sensum, modificationes, atque vestigia, aliæ aliis efficaciores sunt, altius imprimuntur, diutius conservantur. Rem manifeste experimur in singulorum objectorum actionibus, quibus externos sensus feriunt, & in internum quoque agunt. Hæc eadem causa est, quare illarum actionum, modificationumque vestigia breviori, longiorive tempore in nobis perseverent, atque ipsorummet objectorum diutius, aut citius, confuse, aut clare, in totum, aut in partem recordemur. Illud objectum, a quo facta in nobis impressio efficacior fuerit, profundior, & vividior, diuturnam sui memoriam in nobis excitabit. Aliquorum etiam objectorum partes vividius sensus nostros feriunt, quam aliæ; & hinc post diuturnum tempus unius, ejusdemque rei, v. g. historiæ partem, factum, nomen retinemus: cum partium aliarum penitus jam obliviscimur, aut confuse solum recordamur.

89. Hæc ego mihi simili utcumque ratione in cerebro fieri concipio, qua in picturis passim videmus, quarum ductus, lineamenta, colores, umbræ magis, vel minus vividæ, in materia magis vel minus tenaci expressæ diversam omnino habent durationem breviori diuturniorive tempore integræ, perfectæ, & ab omni periculo immunes servantur: humore autem, rasione, aliarumque materiarum, seu colorum obductione senescunt, languent, disparent, destruuntur. Aliquando hac in tabellæ parte disparent colores, alibi evanescere incipiunt, alibi conservantur: coloribus evanescentibus, obscura nonnumquam remanent ejusdem picturæ lineamenta, & vestigia. Fit etiam nonnumquam ut vivida, aliquando pictura in una, eademque tabula, superinductis aliis coloribus, ductibus, lineamentis, aliud objectum referentibus, contegatur, & occultetur, quin aliquid de sua elegantia amittat: illa vero superinducta materia injuria temporis abrasa, & dissipata, latens iterum apparet pictura. Plurium, atque magnarum rerum picturæ in exigua charta delineatæ confusionem sæpissime pariunt; nisi dexterrimi, & ingeniosissimi artificis manu evitetur malum. Quin etiam deficiente luce; omnes illico disparent tabellæ colores, & depictæ imagines. In diversis ejusdem palatii, tabulis pictis ubique instructissimi, cameris, angulis, recessibus illæ magis sem-

per nitent, qua vividius illuminantur; radiis tamen picturæ modo respondentibus. Si in intimum recessum per plures annos non penetret, aut illabatur lux; perinde erit, ac si nullæ illic existerent picturæ: quod si casu aliquo improvise, vel ex composito in tenebricosum illum carcerem ingrediatur lumen; instructissima apparet camera, quæ prius inornatum existimabatur habitaculum.

90. Hæc & alia communia picturarum phænomena, atque notissima accidentia simili utcumque ratione in cerebro, communi sensuum organo, atque sentientium (si ita loqui licet) imaginum tabella efficiuntur: ab iis pendent, atque deducuntur omnia sensus communis, imaginationis, memoriæ, insomniorum phænomena, ac singularia, miraque prorsus accidentia: ut statim, aliqua perstringendo, exponemus.

91. Quo tamen pacto, quærimus, prædictæ rerum imagines, ex mirabiles picturæ in cerebro depinguntur? Quidve sunt hujusmodi objectorum lineamenta? Evidens, aut certa utriusque quæstionis solutio nobis, quamdiu in terris erimus, est impossibilis. Rem ego tamen ad instar ipsarum externarum picturarum, seu animæ sensuum concipio, quos in se ipsa elicit anima, dum picturam contemplamur. Pictura extra animam nihil est, nisi modificatio superficiei tabellæ. & motus, seu actio lucis: hoc est, motus, & modificatio materiæ (ut fuse inferius explicatur). Lux etiam pura per lentem transmissa, & supra folium chartæ in camera obscura recepta, omnium externorum objectorum, a quibus reflectitur, imagines, atque vivos colores exprimit, depingit, nobisque exhibet: colores tamen, seu picturæ in sensuum organis sunt illæmet materiæ modificationes a luce in nobis impressæ: colores tandem, & picturæ in anima, seu colorum, & picturarum sensus sunt animæ perceptiones, quas illa ob stabilitam a Deo commercii legem in sese elicit, dum in corpore, organisque sensuum prædicti illi exercentur motus, atque modificationes imprimuntur: ea igitur est animæ natura, ea commercii inter corpus, & animam stabilita lex, eaque sensuum, aut potius actuum animæ indoles, ut dum certi in externorum, internique sensuum organis motus, atque modificationes peraguntur, ac imprimuntur; illi pariter sensus ordine in anima excitentur.

92. Si

92. Si ergo certi motus, atque modificationes materiæ luminis intra oculos nostros sunt pictura, imagines, atque colores obiectorum; si iidem motus, ac modificationes in visus organo receptæ, excitatæ, & impressæ, sunt prædictarum picturarum, imaginum, & colorum receptio, impressio, ad animam transmissio, atque excitatio, ut anima ipsa objectum percipiat; vocarique proinde possunt picturæ obiectorum in sensu: simili ratione iidem, similesque motus, ac modificationes ad cerebrum transmissæ, communicatæ, impressæ, conservatæ, aut excitatæ, sunt, dicique possunt eorumdem objectorum internæ picturæ, imagines, seu excitationes, quibus anima ad eorumdem objectorum, perceptiones eliciendas excitatur.

Omnia quidem hæc physica sunt: illis autem positis, explicari, & intelligi aliquo modo possunt phantasmata, sensus communis, imaginatio, memoria, insomnia, atque ejusmodi alia.

§. II.

Phantasmata, & Imaginatio.

93. Phantasmata (sicut & reliquæ objectorum internæ perceptiones, & sensus) duo significant, quæ ex dictis intelligentur: expositam scilicet hactenus modificationem in organo impressam, atque animæ sensum, seu perceptionem ab impressa modificatione in anima explicatam, ab illaque elicitam: prima vocari possunt phantasmata *impressa* materialia: secunda vero phantasmata *expressa*.

94. Posteriora hæc illa sunt, quæ experimur, cum feriantibus sæpe externis sensibus, vel etiam distractis, quasdam rerum imagines intra nosmetipsos videre nobis videmur, quibus aliquando turbamur, aut delectamur. Hujusmodi expressa phantasmata aliud non sunt, quam ipsius animæ actus, perceptiones, repræsentationes, quæ proprii effectus sunt animæ, viventis naturæ, atque indolis, qua ipsa vivit, sentit, percipit, repræsentat, aliaque animarum non materialium munia, & functiones exercet. Ulterius illa explicare non possumus, neque debemus: cum sint simpli-

pli-

plices rerum perceptiones se ipsis, & intimo conscientiæ sensu notæ.

95. Phantasmata *impressa*, seu modificationes organorum in organis ipsis levius, vel profundius imprimuntur, pro diversa actionum efficacia, aut diuturnitate, qua objecta ipsa in sensum agunt. Impressæ hæ modificationes in organis conservantur: brevior tamen, aut diuturnior conservatio a pluribus caussis provenire potest; in quibus actionum efficacia, major, vel minor organi (ceu ceræ) tenacitas, mollitudo, durities, aliæque parum nobis notæ numerantur.

96. Attamen, inquies, si illæ fibrarum cerebri habitudines (in his enim phantasmata impressa, seu objectorum in cerebro actiones, & affectiones consistunt) in cerebro manent, imo & per longum tempus multoties retinentur; quare objectorum, quorum sensum excitant, non semper recordamur? Resp. Illæ fibrarum habitudines, seu modificationes eatenus mentem ad objectorum repræsentationes, & perceptiones excitant, quatenus spiritus per eas fluentes peculiari modo afficiunt, aut simili alia ratione agunt, & aguntur: multiplici autem de capite fieri potest, ut prædicta phantasmata quantumvis cerebro maneant impressa, nihil omnino agant, animamque nullo modo excitent: si v. g. factæ in fibris conformationes inerti aliqua materia obducantur: si illas spiritus copiosiores, quam par sit, humectent, obruant, inundent: si locus phantasmatum aliqua de causa obstruatur, & ab actione spirituum separetur. Hisce enim, & mille aliis fibrarum accidentibus earum conformationes, notarum antea rerum phantasmata, seu sensuum de iis incitamenta in cerebro manebunt, quin mentem excitent, earumque recordemur.

97. Phantasmata *expressa*, seu animæ sensus ab illis fibrarum modis excitati, sæpe sunt imaginationes: hoc tamen nomine proprie nuncupamus illas rerum imagines, & mentalia simulacra, quæ data opera mens nostra a phantasmatibus varie excitata, illaque revisendo, comparando, componendo, dividendo elicit, & sibi repræsentat. Imaginationes igitur proprie dictæ sunt repræsentationes mentales ab anima phantasmatibus excitata elicitæ. De imaginationum fæcunditate aliqua statim attingemus.

§. III.

§. III.

Memoria.

98. Quid sit *Memoria*, ex supradictis intelligi potest. Fibrarum conformationes, & modi, vestigia actionum, quibus objecta in sensus organa agunt, in prædictis cerebri organis impressa, atque retenta, sunt materiale illud principium, causa, atque conditio, quæ ad memoriam maxime requiritur, eamque ex parte constituit. Sunt enim hujusmodi impressa vestigia cognitarum olim rerum notæ, & notarum veluti catalogus mirabili atramento descriptus. Quamdiu igitur hujusmodi notarum seriem, & vestigia retineamus; objecta ipsa olim cognita, seu percepta mente retinere existimamur. Ad fibrarum iis notis affectarum excitationem antiquæ rerum ideæ in mente iterum nascuntur; quæ quidem recordatio, seu renovatæ ideæ, aut perceptiones sunt memoriæ exercitium seu memoria, hoc est, memoris animæ actus.

99. Si rerum notæ ordinatim fuere dispositæ supra unam, eamdemque fibram v. g. (quod tum maxime fit, cum longam aliquam rerum, vocum, aut idearum seriem adhibito conatu cerebro defigimus), motus vero, seu modificatio primo sigillo in fibra impressa per alias deinde subsequentes fibræ formas seriatim transfunditur, quin ad dextram, vel sinistram deflectat, hoc est, ad fibras laterales, vel transversarias divergat; tunc illarum rerum omnium, quas antea legendo, videndo, audiendo, repetendo, cerebro infiximus, seriatim recordamur, illasque ordine repetimus. Dixi, fibras *laterales*, vel *transversarias*, quia animadversum hic velim, duplici maxime fibrarum minimarum ordine sensuum nostrorum organa constare; quarum priores in longum, aliæ aliis appositæ, extenduntur, aliæ vero transversariæ sunt, & priores sub diversis angulis intersecant, ut in exiguis etiam, & tenellis plantarum ramis, & foliis observamus.

100. Motus, seu modificatio per fibram (aut quodcumque aliud sit memoriæ organum) progressa, & fluendo consequenter transmissa interrumpi alicubi potest plurimis quidem de caussis: vel enim in transver-

sa-

ſarias fibras penitus derivatur; vel aliqua fibræ ipſius durities, nimius humor, aut aliud hiſce non abſimile ulteriorem transfuſionem impedit: tum enim vero, dum notarum antea rerum ſeriem recordamur, atque ideas repetimus, memoria labimur.

101. Quoniam vero fibræ non ſunt ubique homogeneæ, imo & aliquibus in partibus alterantur, & læduntur, dum alibi integræ, & ſanæ ſeſe conſervant; hinc eſt quod plurimarum rerum, & compoſitarum idearum veſtigia ex parte amittamus, ex parte vero conſervemus: atque hiſtoriæ v. g. olim notæ partes ſolum, verba, aut facta plurimum a ſe mutuo ſeparata, mente teneamus; dum aliarum omnium ejuſdem hiſtoriæ partium penitus obliviſcimur.

102. Fit nonnumquam, ut rerum, quæ olim nobis notæ, pluribus jam ab annis obliteratæ penitus in nobis erant, nullaque earum ſupererat recordatio, repente meminerimus: caput etiam, & frontem aliquando ſuccutimus, fricamus, pulſamus, ut rerum, quas antea memoriæ mandavimus, iterum recordemur. Utrumque *Excitatio memoriæ*, ſeu *ſpecierum* nuncupatur: utrumque etiam ex hactenus dictis intelligitur: primum ſcilicet, quia ablatis tandem, abraſis, conſumptis, aut diſſipatis iis involucris, aut cruſtis, quibus impreſſæ olim notæ contegebantur, antiquus ille fibræ modus ſui objecti ideam iterum excitat. Quod ſi pars tantum phantaſmatis detegatur, aut ſuperſit; una tantum aut altera obliterati objecti pars in memoriam revocatur, unum v. g. aut alterum lectæ olim hiſtoriæ caput.

Secundum vero ex eodem capite explicatur, & deducitur: eundem enim, aut ſimilem edit effectum concuſſio capitis, frictio, aut pulſatio frontis.

103. Unde tamen eſt, quod longiſſimam aliquando orationem verbo ad verbum repetimus, imo id aliquando exequimur, mente aliquantulum diſtracta; & quin ad id, quod agimus, animadvertamus? Similiter quamplurimas quotidie humanas actiones, functiones, motus rite exercemus, quin animum ad res intendamus, aut illas tum temporis mente habeamus.

104. Reſp. Hujuſce rei ideam ab externis etiam rebus, & machinarum effectibus aliqua ratione comparabimus. Ob peculiarem horologii diſpoſitionem fit, ut, moto ſemel pendulo, impreſſus illi machinæ ex-

tre-

.o motus per omnes alias ejusdem partes usque ad
d extremum consequenter communicetur: atque
lerivatum illum motum uni machinæ extremo im-
lum, & per quamplurimas, rotas communicatum,
emoto alio extremo ad harmoniam pulsentur tin-
bula. In Hydraulicis etiam machinis id melius vi-
r. Canales, & aquæductus construuntur aliquando
gissimi, & varie disponuntur recti, obliqui, pa-
eli: multipliciter flectuntur, diversèque in diversis
mmunicantium canalium locis disponuntur machi-
. Id unum agamus; versa scilicet clavi, aquam in
ultum canalem derivari, & fluere permittamus:
bis nihil ulterius cogitantibus, aut curantibus, il-
) ordine suo singulæ canalis partes pulsantur, irri-
tur, afficiuntur; aliæ post alias saltus, voces;
ncentus edunt machinæ. Ludicra similia spectacula
ivis ignibus efficimus, & quotidie demiramur.

105. Rude hoc, & materiale exemplum ad occul-
imi humani sensus arcanum intelligendum analogiâ
quâ manuducit. Modi illi in fibris ab objectis im-
essi, futurâ idearum incitamenta, & phantasmata
rum nuncupata, eo ordine in organo ponuntur,
o res ipsas videmus, audimus, loquendo repetimus;
memoriæ mandare adnitimur: ea vestigia ordine
sposita; & organo impressa perinde mihi sunt, at-
ie rectus machinatum; seu rotarum communican-
um, & secum ipsis commissarum ordo, atque series:
igitur primum machinæ caput; fundamentum; &
gulam tangam, & modificem, hoc est, si phantasma-
im caput, primumque catenæ orbiculum; quocum
etera implicantur, excitem, licet postea mentem di-
raham, atque aliud cogitem; nihilominus impressa
odificatio per omnem phantasmatum seriem trans-
issa, rerum omnium, quorum sunt vestigia, ideas
o ordine mihi excitat, quo phantasmata ipsa sunt
isposita.

106. Ab eodem hoc principio dependent, & dedu-
untur omnes illi motus spontanei, violenti, aut vo-
untarii, quos volentibus, nolentibus, curantibus,
ut resistentibus nobis, quotidie in corporibus nostris
xperimur: ut fuse in priori parte prosequimur. Ab
oc uno disce alia: eleganter enim mirabilia a supe-
iori illa rerum positione, thesi, aut hypothesi dedu-
untur. Memoriæ capacitas, facilitas, tenacitas, dif-
ficul-

facultas, lassitudo, infirmitas, medicina, juventus, senectus non incongrue ab expositis a me hactenus principiis, atque mechanicis, analogisque exemplis deduci, atque descendere mihi videntur.

DISSERTATIO INCIDENS

DE SOMNO, EJUS CAUSSA, EFFECTIBUS, ACCIDENTIBUS, UBI ETIAM DE VIGILIA, ET INSOMNIIS.

107. QUotidianum hoc perfectorum animantium, hominis vero imprimis phænomenon, medius inter vitam, & mortem status, atque alterna vicissitudo ad vitam ipsam conservandum necessaria, dignissimum proculdubio est, quod in Physica viventium non omittatur, argumentum. Qui hominem antea vigilem, cogitantem, agentem somno paulatim opprimi primus animadverteret, rei antea inscius; qualem de novo illo vitæ phænomeno conciperet ideam? Eam nos phænomenon ipsum quotidie videntes, & experientes, nequaquam concipimus. Rem nihilominus penitius considerantes, totum somni, seu dormientis hominis statum, morti admodum similem, non demirari non possumus. Quid nominis sit *somnus*, omnes intimo sensu agnoscimus: quid res ipsa, rei caussa, modus, & effectus, non nisi enumeratis, atque perpensis totius rei phænomenis, & accidentibus definiri potest. Somnus, animi peliquium, epilepsia, apoplexia, mors non modicam inter se habent affinitatem: gradatimque procedunt aliquid semper posteriora prioribus addendo, indicata hæc animantium phænomena.

OBSERVATIO I.

108. In obdormiscente homine sequentia observamus: 1. sensus omnes externi, & interni paulatim languescunt, hebetantur, & tandem desinunt: non amplius audit, videt, tangit, dormiens; licet inter loquentes, in loco illuminato obdormiscat, & diversis

fis innitatur corporibus. Externorum sensuum languori par etiam ut plurimum est internorum conditio. Imaginatio, memoria, perceptio, cogitatio sensim, & gradatim hebetantur, & obscurantur. Ingruentis somni signum etiam est idearum nostrarum nexus solvi, & mitem quandam delirii speciem succedere: quod & in aliis, & in nobilmetipsis etiam subobscuræ mentis lumine animadvertimus. Nihil dormientes recordamur; nostrimet etiam conscientia perit, aut intermittitur. Somniis tantummodo habitarum antea cognitionum umbris, feriæ illæ internorum sensuum aliquando turbantur: quæ quidem quo clariores sunt, eo magis a somno recedit, & ad vigiliam accedit dormiens. Interim tamen & externa objecta in sensuum organa agere sæpissime pergunt, lux in oculos, sonus in aures: & externa ipsa sensuum organa bene sunt constituta.

OBSERVATIO II.

109. Omnes etiam motus voluntarii in obdormiscente paulatim languescunt, &, profundiori somno facto, penitus cessant. Cum inter dormiendum plane ferietur memoria, cognitio, voluntas; voluntarii etiam, qui inde pendent, motus cessent, opus est. Nihil amplius volumus, nolumus, aut voluntate agimus; hac etiam animæ facultate penitus feriante. Membra nostra, brachia, manus, crura, pedes non jam se & corpus regunt, aut sustinent: non agunt, sed aguntur: nutat caput: omniaque hæc membra non amplius voluntate reguntur, sed proprio pondere labascunt, & cadunt.

OBSERVATIO III.

110. Non modo voluntarii motus, & sensus in obdormiscente homine cessant, sed quod ejus cessationis proxima caussa est, in musculis ad voluntarios motus, & sensus inservientibus vigor, & tensio deficit. Ex labescentibus, & languescentibus hujusmodi musculis obdormiscenti homini remittere imprimis, & coire palpebras, demitti labra, nutare caput, hac illac flecti, & vergere collum, cadere manus, pedum, crurum, fœmoris robur, & vigorem lentescere, quotidianum, & universale experimentum est. Stare amplius, manus attol-

attollere, oculos aperire vix possumus: sensim præterea hæc omnia increscunt secundum ingravescentis somni rationem. Aliqui tamen sunt musculi voluntario motui inservientes, qui somno non laxentur, proprioque etiam tum fungantur munere: hujusmodi sunt sphincteres.

OBSERVATIO IV.

111. Alia prorsus est vitalium, atque naturalium facultatum, motuum, musculorumque iis motibus inservientium ratio. Cor, arteriæ, venæ, pulmones, glandulæ fluida secernentes sua inter dormiendum agunt munera. Alternam systolem, & diastolem in corde, arteriis, intestinis continuari, sanguinem fluere, & refluere, secerni in glandulis liquores, & spiritus: digestionem in ventriculo, nutritionem in toto corpore interim fieri. Dormientes respiramus, transpiramus, sudamus, nutrimur. Ea igitur musculorum classis, quibus vitales, aut naturales functiones peraguntur, somno non impeditur. Eos musculos agere, has functiones tempore somni peragi, facti veritas est: melius vero necne hæc, dormientibus, aut vigilantibus nobis, fiant, non convenit inter omnes. Quid tenendum sit, postea statuemus.

112. Illa præterea sensuum hebetudo, motuum difficultas, musculorum sensui, & motui inservientium torpor, ingravescentis somni rationem sequitur. In leviori somno levior, in graviori, seu profundiori major. A primo ut plurimum somni allapsu paulatim ad certum usque ingravescentis somni gradum intenditur; a quo deinceps ad vigiliam usque decrescit: impedimento sensim diminuente. Et hæc quidem generalia sunt somni, seu dormientium phœnomena: pro temperamentorum tamen, atque aliarum circumstantiarum ratione nonnihil in diversis hominibus, temporibus, ætatibus inter se aliquando differunt.

COROLLARIA.

113. I. Somnus igitur per gradus ingravescit, intenditur, remittitur, dissipatur: hoc est, ille animantium sopor, quem somnum dicimus, gradatim crescit, & mi-

minuitur. Cum vero somnus quoddam sit in animantibus phænomenon, & effectus quodammodo periodicus; eadem, quæ effectui, effectus etiam caussæ convenit gradatio. Sed ii somni gradus infinitam fere habent non modo in aliis & aliis hominibus, sed in diversis ejusdem hominis circumstantiis diversitatem, incrementi, perseverantiæ, decrementique modum.

COROLLARIUM II.

114. Somnus, ebrietas, animi deliquium, epilepsia, apoplexia, mors caussam habent ex parte quidem similem, aut eamdem, seu communem, ex parte etiam diversam. Relata scilicet dormientium phænomena, iis etiam animantium malis ita sunt communia, ut in plurimis tamen, & alia ab aliis, & omnia a somno admodum, differant. Caussæ idcirco non dissimiles, magis tamen, vel minus intensæ, breviores, diuturniores, diversoque modo efficaces illa omnia producunt. Quænam eæ sint caussæ, qualis earum modus, & remedium, nonnisi ex effectibus ipsis, atque ex humani corporis anatomia postmodum statuemus. Eam enim animatæ machinæ affectionem versamur, quæ ex machinæ ingenio magnam partem pendet.

COROLLARIUM III.

115. Somni tempore externorum sensuum organa non agunt: illa etiam internorum fere semper cessant & feriantur: si somniorum repræsentationes excipiamus: motuum etiam voluntariorum organa, seu musculi non aguntur, aut excitantur: sensus communis memoria volitiones ad tempus pereunt. Hæc omnia, & præmissæ observationes, & ex observationibus demonstrat ratio. Cessant enim vero ex observatis functiones sensuum: id primum: anima tamen est ad sentiendum præsens: externaque objecta in sensuum organa, perinde ut in vigilia, agere multoties pergunt. Hoc secundum in hominibus inter loquentes, in media luce, supra dura corpora obdormiscentibus visitur. Sana præterea esse eadem sensuum organa probant expergiscentis hominis conditio, & restituti illico sensus, atque sensuum functiones. Ea igitur functionum intermissio, hoc est, ipsissimus sopor, soporif-

ve effectus, aut caussa ex animæ numquam, ex objectorum externorum, aut sanitatis organi defectu ut plurimum non provenit. Organa idcirco ipsa, alioquin sana, non agere, neque agi, dormientium conditio est.

116. Eadem veritas de motuum voluntariorum organis, hoc est, musculis, & nervis ad id rei inservientibus manifestius adhuc patet: unde de sensuum organis confirmatur iterum argumentum. Quid enim in obdormiscente homine, totoque somni tempore primum, & obvium magis observatur, quam voluntariorum motuum membra, & organa languescere non regi, neque regere, sed proprio tantum pondere labascere? Uterque igitur functionum animantis ordo, sensus nimirum, & voluntarii motus interrumpuntur.

COROLLARIUM IV.

117. *Somnus igitur non modo est mortis imago; sed est præterea dimidia quædam, atque imperfecta mors.*

Si, quid sit vita, seu hominem vivere, & exposita somni phænomena, atque statum animadvertas; evidens tibi est propositio. Duplex in homine functionum, atque actionum ordo: animales, & vitales, seu naturales: duplex hisce functionibus respondet machinalis facultas: hisce vero omnibus fundamentum est anima corpori unita. Tria hæc physice distincta tibi statue, & mente distingue. Utriusque facultatis functiones, & exercitia: facultates ipsas (unam, aut utramque) integras quidem adhuc, reparandas, aut reparabiles, sed ab omni exercitio privatas: animam tandem corpori adhuc unitam, sed & omni functione destitutam, & machinalibus etiam organis ita male adeo jam affectis, ut amplius non instaurentur. Primum est perfectissimum vivere, animam, facultates, & utriusque rei functiones complectens: tertium est perfecta jam mors, perfectior adhuc futura, subsequente animæ a corpore separatione. Secundum vitam, & mortem complectitur; exercitio utriusque facultatis deficiente, jam dicitur mors perfecta; unius tantum facultatis functionibus, & exercitio ad tempus deficiente, est imperfectæ mortis gradus, perfectæ similitudo. Hominem dicimus vulgo mortuum,

in

in quo nullus jam superest sensus, motus voluntarius, cognitio, respiratio, motus cordis, arteriarum pulsus, sanguinis circulatio. Nihilominus cum homines non raro ab eo statu restituantur; mors illa fuerat non separationis, sed functionum. Animalis igitur, atque voluntarii motus functionibus, & exercitio plane deficientibus, qui quidem est somni casus, mors est in se se imperfecta, perfectæ vero imago.

118. Hujus vero imaginis cum exemplari suo similitudinis quædam est gradatio, qua perfectior semper evadit imago: ebrietas, somnus, animi deliquium, epilepsia, apoplexia hujusmodi sunt gradus, quibus morti magis semper & magis similis apparet. Videnda sunt, quæ superius de morte, & vita statuimus. Ex præmissis hisce observationibus, & deductis inde corollariis, quid somnus sit, quid dormire, expergisci, vigilare, iterum obdormiscere, definire possumus; eorumque caussam, modum, remedia, accidentia statuere.

DEFINITIO.

119. Definiri ex dictis potest somnus, *animalium functionum quies citra organorum læsionem, aut vitalium functionum interruptionem*. Sensuum scilicet, & voluntariorum motuum feriæ, vitalibus interim, seu naturalibus procedentibus, nullaque in animalis facultatis organis læsione facta. Aptior hæc mihi esse videtur somni definitio, rei ipsius observationibus, descriptioni, & effectibus innixa. Quamdiu sentimus, cogitamus, recordamur, cum primum, antea dormientes; quando adhuc, statim dormituri, sentimus; non est somnus, sed perfectior aut imperfectior vigilia. Contra vero cum nondum, cum jam non sentimus, integris semper manentibus naturalibus, seu vitalibus in corpore functionibus; tum vero est somni status.

120. Hæc somni definitio ex phænomenis dormientium deducta, satis per sese excludit vigiliam, ejusque incipientis, aut desinentis veluti crepuscula, lethargum, animi deliquium, apoplexiam, mortem, *functionum*, *facultatum*, *principii*. Qui veras harum rerum ideas, potissimum vero caussas, & effectus non plane ignorat; rem per se se videt. Vigilamus scilicet, cum externi sensus munere suo funguntur: ex-

pergiſcimur; cum ſenſim functionibus reſtituuntur: excitataque ſenſuum organa rite aguntur, & agunt: actiones, ſeu impreſſiones tranſmittunt. Et hinc lux viva fragor, ictus, ſeu fortior, aut levior percuſſio dormientem excitant. In lethargo, cæteriſque recenſitis malis non ſenſuum tantummodo, voluntariorumque motuum eſt quies; ſed eorum præterea organa, ſeu facultates læduntur, aut tale in iis impedimentum inducitur, quod non functionis tantum interruptio, & quies, ſed facultatum, organorumque vitium exiſtit. Cum in ſomno quies illa ſenſuum non ex vitio, ſed ex defectu, ſanorum alioquin, organorum derivetur. Ulterior diſcriminis expoſitio in penitiorem de hiſce malis diſputationem nos deduceret: argumentum quidem noſtro maxime affine, a propoſito tamen mihi ſcopo alienum.

121. Bene eſt, inquis, quænam tamen definiti ſomni, deſcriptorumque eius effectuum, cauſſa, modus, beneficia, damna, remedia, accidentia? Superſunt hæc ex præmiſſis hactenus, & modo ſubjungendis ſtatuenda.

OBSERVATIO.

122. Senſuum, & motus voluntarii nervi, inter dormiendum feriantes, diverſam habent originem, atque nervi vitalibus functionibus inſervientes, & ſomni tempore non ceſſantes. Priores a ſolo cerebro, poſteriores vero, etſi non a ſolo cerebello deriventur, quod primus adſtruxerat *VVilliſius* (*a*), & poſt ipſum plures alii videndi apud *Haller* (*b*), ab eo tamen longe magis, quam a cerebro radices deducunt, rem confirmante *Vieuſſens*, accuratiſſimo nervorum examinatore, & ſcriptore (*c*). Primas tamen tenet medulla ſpinalis: a qua major nervorum vitalium numerus proxime derivatur. Ita ergo ſtatuendum videtur: nervi animalibus functionibus deſtinati a cerebro: cæterorum radix cerebellum, & medulla ſpinalis: longe

(a) *VVilliſius de cerebro & nervis cap.* 15.
(b) *Annot.* 1. *ad num.* 600. *Boerhaave*.
(c) *Vieuſſens Neurograp. pag.* 122.

ge plures ab hac ultima; quam a primo proxime derivantur: licet ii etiam a cerebello, tamquam a remota radice, deducantur. Utramque assertionis partem anatomica inspectio demonstrat; & ratio confirmat. Olfactorii paris radices in solo cerebro diffusas novimus: solo præterea cerebro male affecto, læso, aut sublato, integro manente cerebello, omnes animales functiones, sensus, motus voluntarii pereunt: vitales interim, seu naturales durant: & machina nutriri adhuc, respirare, cæteraque naturalis facultatis munia agere pergit. Contra vero læso, male affecto, aut sublato cerebello, etsi integrum maneat cerebrum; læsio illico in vitali facultate, omnibusque illius functionibus subsequitur, læsioni cerebelli respondens: apoplexia scilicet, aut mors. Cerebello presso, premitur, ut plurimum, motus cordis, & respiratio: si lædatur, moritur statim animal: ita ut cerebelli vulnus fere semper sit lethale: dum ex adverso, cerebrum magnos sæpe ictus, immo & vulnera sustineat, animalis vita superstite. Sed medullæ spinalis vulnera magis quam illa cerebri, & cerebelli sunt lethalia. Nervorum idcirco vitalium, & animalium functiones seorsim peraguntur, agunt adhuc vitales, cum animales aut ad tempus, ut in somno, interrumpuntur, aut in perpetuum cessarunt.

PROPOSITIO XI.

123. *Caussa, seu ratio proxima dormiendi, seu qua inducitur somnus, est cessatio omnium nervorum, sensibus, & motibus voluntariis inservientium a propriis eorum actionibus, & functionibus.*

Caussam ultimam dormiendi adhuc non attingimus, sed proximam tantummodo rationem, ex qua consequitur somnus: rationis rationem deinceps daturi: Animal igitur dormire dicimus, ab omni sensuum & voluntarii motus exercitio cessare: quia nervi hisce functionibus inservientes non agunt, seu potius non aguntur, atque ab actione cessant. Functiones nervorum cessare, est, spirituum fluxum, & actionem intermitti: quidquid hanc intermissionem inducat, id tandem erit vera, & ultima caussa somni. Hæc in sequentibus singillatim discutiemus:

124. Propositio ex observatis deducitur, ex effecti-

bus scilicet caussa. Semel ac anima amplius ad sensum non excitatur, neque etiam ad motum excitat; somno premimur (a): cessat vero somnus, evigilamus, simul ac anima ad sensum efficaciter excitatur, aut ad motus ipsa volens excitat: efficax igitur illa vel animæ ad sensum, vel ab anima ad motum excitatio vigiliam aut inducit, aut producit: earum excitationum, cessatio somni caussa existit. Utraque vero illa excitatio est nervorum munus; per illos ab externis objectis ad animam diffunditur actio: per illos etiam animæ volentis peraguntur imperia. Ruptis, læsis, male affectis, & ad actionem transmittendam ineptis nervis, utræque illæ functiones, singulorum propriæ, cessant, iis sanatis restituendæ. Nihil assumo observatione non constans: nervos igitur sensuum, & motus voluntarii ab actione cessare, proxima est dormiendi caussa.

125. Res præterea mihi est ex analogia aliorum sensuum, atque motuum, quibus membra nostra movemus, satis manifesta. Generalia sensuum nostrorum, atque voluntarii motus organa sunt nervi; quæcumque interim caussa sit, qua ii etiam agantur. Simul autem ac inhabiles fiunt alicujus sensus, aut membrorum nervi; illico prædictus ille sensus feriatur: omnemque motum membra amittunt, & quasi mortua torpent; quorum nervi agere non possunt: licet interea sanguinis circulatio per illa membra numquam interrumpatur: nt quotidiana nos docet experientia. Quid frequentius, quam pedem v. gr., manum, aut aliquod aliud humani corporis membrum frigore correptum, & rigens, aut aliis de caussis iners aliquando, atque hebes ad motum, & sensum existere; post aliquod vero tempus ad pristinum statum, mobilitatem, & sensum restitui? Constat vero apud omnes, temporarium hunc, aut perpetuum membrorum torporem, atque ad motum ineptitudinem a temporario etiam, vel perpetuo nervorum impedimento originem ducere.

126. At, cum animal dormit, neque movetur, neque sentit (motus somniantium infra explicabimus): est

(a) *Sanum alias supponitur animal*.

est igitur somnus impotentia temporaria ad sensum, & ad motum, seu feriæ motus, & sensus: cum igitur non interrumpantur, & impediantur motus, & sensus, nisi ob cessationem actionis nervorum, seu per nervos, quibus hæc duo peraguntur; manifestum est, proximam dormiendi rationem, & caussam esse prædictam cessationem. Jam vero omnes animalium functionum nervi a cerebro originem ducunt, ibique est eorum omnium caput, aut radix. Impedimentum idcirco iis omnibus nervis commune, & proxima somni caussa in communi omnium stirpe esse debet. Neque enim ad somnum sufficeret, nervos extra cerebrum, non vero in cerebro, hoc est, ramos, non vero radices impediri: tunc enim illorum quidem membrorum sensus torperent, quorum nervi peculiares cessarent; non tamen esset omnis sensus, & motus voluntarii cessatio, in qua consistit somnus: sed unius tantum, vel alterius partis sensus, aut motus deficeret, quod ad somnum satis non est.

127. Tandem asserta hæc dormiendi caussa proxima iis phænomenis, & effectibus est plane conformis, quos somnus ipse secum affert: immo omnium illorum effectuum explicatio ab adducta caussa mechanica sponte deducitur: ut modo prosequemur. Aliunde vero duo hæc omnino constant, prædicta nervorum impedimenta, & cessationem in nostrismet membris sæpissime fieri; iisque positis membrorum mobilitatem, & sensum feriari, & interrumpi: habemus igitur caussam certam, & ad effectus explicandos sufficientem: eam igitur esse somni caussam mechanicam, & proximam, est omnino tenendum.

128. Quo pacto animus spiritalis a materialibus organis, & agenti per illa fluido excitetur, & vicissim fluidum illud & materialia organa excitet, hujus loci argumentum non est. Rem in metaphysica attingimus, quantum humanæ menti licet: impræsentiarum, ut factum supponimus. Ex asserta veritate, humani corporis anatomia, aliisque superius jam disputatis plurima eliciuntur argumentum confirmantia, & ulterius explicantia.

COROLLARIUM I.

129. Cum nervorum actio sit a spiritibus animalibus ex indole sua per nervos agentibus; ipsique nervi non nisi aptum, & necessarium instrumentum sint ad spirituum actionem transmittendam; cessatio illa actionis nervorum, proxima somni ratio asserta in defectum actionis spirituum animalium refunditur: obdormiscit animal; quia spirituum animalium per nervos sensui, & motui voluntario inservientes actio, & fluxus languescit, aut intermittitur; tamdiuque producitur somnus, quamdiu prædicti nervi a spirituum actione non animantur. Nervi ex se sunt illa mirandæ prorsus viventis machinæ instrumenta, & animatæ chordæ, quarum quidem ope machina ipsa regitur tota; chordas tamen ipsas a caussa aliqua tendi, duci, agi, opus est. Hæc omnia habes luculenter in superioribus demonstrata. Ipsemet musculorum inter dormiendum languor argumento est, per nervos, eorum musculorum rectores, interea temporis nihil transmitti, quo vigescere, animari, & agere possint.

COROLLARIUM II.

130. Satis ex dictis intelligimus, & explicamus, quare duplex ille functionum ordo, animales, & vitales, earumque exercitia non modo distinguantur, sed tempore etiam separari possint, quotidieque separentur: animales functiones languescunt, intermittuntur, pereunt, restituuntur, dum interim vitalis facultas res suas constanter agit. Utraque scilicet facultas suum habet peculiare machinarium principium, & principii sedem. Alia alii instrumenta sunt, musculi, nervi, nervorumque derivatio, & radices. Animalium functionum nervi a cerebro, vitalium a cerebello, & spinali medulla derivantur: diversos enim vero, atque dissitos utriusque arboris fundos. Vitales præterea functiones se se maxime exerunt in corde. Mirabilis ille musculus eam vim exerit, & motum in se & consequentibus ab eo vasis producit, ut totius vitalium motuum systematis potissimum sit principium: quantumvis ad vires, munusque suum exercendum excita-

citatione opus habeat, & nervorum vitalium beneficio: ut late in superioribus explicavimus.

COROLLARIUM III.

131. Vitalem facultatem, seu potius ejus motus, atque functiones seorsim ab animalis facultatis functionibus exerceri, & prosequi: non tamen vicissim: altera est ex hucusque dictis consequentia. Quotidianum id est in viventibus, atque morientibus phænomenon. Cessante respiratione, motu cordis, sanguinis, nullus amplius est voluntarius motus, aut sensus: homoque idcirco est, aut existimatur mortuus. Contraria omnia in animali facultate: dimidiam fere vitam mortuæ in nobis sunt illius functiones: dum interim bene valemus. Diversa harum functionum mechanica principia, atque principiorum indoles, & agendi modus totius rei caussa existunt. Citra spirituum animalium actionem, & fluxuum in sensuum voluntariique motus nervos, proprio munere ii non funguntur: nulla enim vero eorum spirituum percolatio, formatio, & in nervorum medullam fluxio citra sanguinis circulationem. A cordis motu, potissima vitalis systematis mechanica caussa, hæc ultima pendet. Naturalis propterea actionum ipsarum ordo secundam corollarii partem exponendo demonstrat.

132. Primæ vero partis, vitalem facultatem ab animali longe minus pendere, longoque tempore exerceri posse solam, duplex quidem est causa: alia modo tantum indicanda, & superius jam, quantum nobis licuit, exposita, est ipsamet cordis indoles, & vis a levissima actione perenniter excitata: altera est spirituum, & nervorum cor ingredientium, & agentium actio, atque principium: longe quidem ab origine nervorum sensuum diversum, & dissitum. Ex quo fit, ut in cor fluant interim spiritus, agantque nervi, dum in animali systemate cessat fluxio. Quare tamen prima illa fluxio non semper trahat secundam; eum vero difficillimum nodum inferius solvere tentabimus.

CO-

COROLLARIUM IV.

133. Illa etiam, quæ in homine obſervatur, corporis, animæque functionum gradatio ab expoſita machinaria hominis diſpoſitione tota pendet, atque intelligitur. In homine hæc diſtinguitur gradatio, vegetatio, ſeu nutritio plantarum, ſed perfectior: motus naturalis, ſenſus, motus voluntarius, cogitatio. Poſteriores gradus, qui etiam perfectiores ſunt, primos ſupponunt, iiſque innituntur: non viciſſim. Humana corpora & in ſtatu embrionis, & in ventre materno jam evoluta, & in plurimis etiam caſibus, tamquam plantæ vegetantur: ſomni tempore, hoc eſt, tertiam vitæ partem vegetationi plantarum accedit reſpiratio, & naturales ſæpe motus, atque hujuſmodi alia ad ſecundum hunc gradum ſpectantia. Poſt duo hæc irradiat in homine ſenſus; cujus longa eſt gradatio. Hic eſt vigilantis pueritiæ ſtatus, aut male experrecti hominis conditio: ſenſum tandem clariores ideæ, voluntas, voluntarii motus, cogitatio ſequitur. Hujus gradationis cauſſa ſunt minus compoſitæ machinæ, & organa ad primas gradationis functiones peragendas neceſſaria, diverſa inſtrumenta, motuum, & organorum principia, unde illæ actiones derivantur: minor præterea, faciliorque idcirco motus ad imperfectiores, quam ad perfectiores gradus ſatis eſt.

134. Et hinc vitales functiones longe prius in homine incipiunt, quam animales, poſteriorique loco deſinunt: primæque & ultimæ actiones in homine ſunt vegetare, proprium plantarum munus. Omnia hæc in prima hujus Phyſicæ Viventium parte fuſius ſunt expoſita, aut ex dictis eo in loco ſponte deducuntur.

COROLLARIUM V.

135. Obſervatorum igitur phænomenorum intelligitur ratio: illius imprimis, quod cerebri læſio ſenſum quidem tollat, non vitam: illa vero cerebelli ut plurimum utrumque: medullæ ſpinalis duabus periculoſior. Nullæ ſine nervis, ſpiritibus animalibus, eorumque in nervos, & per nervos fluxu animalis, aut vitalis actio peragitur. Altero ex iis deficiente principio, ea etiam deficit functio in toto corpore, aut

in

in aliqua illius parte, cui inservientes nervi lædantur, aut spirituum fluxus impediatur. Si ad hæc duo alia jam exposita addas, animale systema a vitali pendere, non vicissim: in cerebro nervorum sensuum sedem esse, a cerebello, & spinali medulla vitales: tria hæc, inquam, quæ certa sunt, observati phænomeni ratio existunt; ulteriorque intelligenti superflueret rei explicatio, aut deductio. Cerebrum sensus nervorum arboris nativum solum esse; aliorum vero cerebellum, aut spinalem medullam considera: inde per se se deducuntur phænomena.

PROPOSITIO XII.

136. *Ea omnia sunt caussa dormiendi, seu somnum inducunt, quæ fluxum spirituum per nervos sensuum, & voluntariorum motuum impediunt, sano interim, & integro manente cerebello, atque medulla spinali, & spirituum per nervos inde derivantium fluxione.*

Generalis propositio, qua peculiaris caussa adhuc non definitur, est dictarum hucusque rerum corollarium, & præterea experimento multiplici, & ratione confirmatur. Quamdiu cerebellum, & spinalis medulla, nativum nervorum vitalium solum, & spirituum animalium in id rei inservientium officina, aut necessarium colum integra sunt, suoque funguntur munere; vivit quidem animal: dormit tamen, aut vigilat, prout cerebrum, nervorum sensuum solum, ortique ex illo nervi sana sunt, atque illæsa, neque a propriis functionibus peragendis impediuntur. Primum hoc ex observationibus, & ex dictis constat. Semel ac autem, vitalium functionum nervis illæsis, & agentibus, animales cessant, dormitur: cum nervorum actio fit a spiritibus animalibus (n. 48. ad 55.); illorum ab omni actione cessatio in spirituum tandem actionem sublatam, aut impeditam refunditur. Quidquid propterea hujusmodi actionem, seu fluxum spirituum in nervos sensuum, aut per illos impediat, servata interim vitalis systematis integritate, somnum inducit. Vitali systemate læso, non jam somnus, sed apoplexia, lethargus, vel mors.

137. 2. Rem eamdem probant, quas statim afferemus, singulares somni inducendi, aut intendendi caussæ: quarum actio, & effectus in id reducitur, quod ani-

animalium spirituum per nervos a cerebro fluxionem tollant, impediant, aut imminuant. 3. Singularia experimenta dubium omne videntur tollere. Insolitum inducti, aut dissipati somni spectaculum Parisiis visum. Homo, qui, parte cranii sublata, nudatam habebat duram matrem, illam pacto pretio magis vel minus comprimi, a compressione remitti, hanc iterum incipere, perseverare, cessare permittebat. A pressione repentinus somnus, levior, gravior, diuturnior, pro leviori, majori, aut diuturniori pressione. Compressio incipiens, durans, remittens, cessans omnia obdormiscentis, dormientis, & expergiscentis edebat vulgaria phænomena (a). At equidem a dura matris pressione comprehensum cerebrum, & serpentes per illum hac illac nervorum sensuum radices, hiantia ora, cæteraque vasa sanguinem illuc adducentia, reducentia, & spiritus animales percolantia tantummodo comprimuntur: spirituum formatio, secretio, fluxio in nervos impeditur. Obvius hic est, & consequens a duræ matris pressione effectus.

138. 4. Canis carotides alterne ligabat, & solvebat *Drelincourt*, arteriis vertebralibus interim semper solutis: ligatis vero, dormiebat, solutis expergiscebatur animal. Spiritus in cerebro deficere, in nervos non fluere, consequens iterum est atque obvius ligationis arteriarum carotidum, hoc est, impediti sanguinis effectus. Rem eamdem periculo sæpius facto Pisis demonstravit *Realdus Columbus* apud *Valverdi* (b). Aliis quidem experimentum non successisse, non ignoro: id tamen neque factum, neque rationem infringit.

139. Multiplici vero caussa, modo, & ratione fluxus ille, & actio spirituum deficere potest, totidemque sunt dormiendi caussæ. Potissimæ sunt, quas modo subjiciam: quarum veritatem, & efficaciam quotidiana omnium hominum experientia, modum vero ratio anatomiæ innixa, & analogia aliarum caussarum confirmat. Ad duo generalia capita omnes reducuntur,

---

(a) *Boerhaave Prælect. ad num.* 284. 590.
(b) *Valverdi Anatomia lib.* 6. *cap.* 11.

:ur, solida, & fluida: ex unius, vel alterius, vel etiam utriusque actione, aut defectu est semper somnus. Partes solidæ in rem præsentem facientes sunt cranium, & in illo contenta; fluidæ sunt, sanguis, & spiritus animales ab illo eliciti. Nervorum, reliquarumque partium solidarum capitis integritate manente, ex solo spirituum animalium defectu, aut nimia copia irrepere potest somnus: id vero in sanguinis ut plurimum actionem, hæc in cibos, potum, motum, quietem, passiones, & alia similia refunditur. Sanguine etiam, & spirituum fluxu bene procedente, sola cerebri, duræ matris compressio, nervorum in stirpe ipsa læsio somnum inducit: hæc ab interna, aut ab externa caussa ducere potest originem. Somni gravitudo viribus caussæ, fibrarum, nervorumque conditioni respondet: plurimosque habet cum in diversis, tum etiam in eodem homine gradus.

140. Hisce animadversis, quæ videntur certa, caussæ somni, fluidorum, aut solidorum ope agentes, sunt, I. *copiosi cibi*: hi ut plurimum, nisi contrarium opponatur voluntarium, aut necessarium impedimentum, somnum inducunt. Post cænam omnes, post prandium, quibus licet, & commodum est, dormiunt. Rei veritas omnibus est perspecta: qua tamen ratione id agant cibi, nemo hactenus satis exposuit. Partes chyli heterogeneæ, inquiunt aliqui ab *Hallero* relati, & non probati, id rei efficiunt; sat spirituum ab iis non elicitur. At cum somnus ex cibis irrepit, nondum chylus est. Caussa etiam non est, quod ventriculus cibis turgescens, qui aliorum sensus est, descendentem aortam premat, sanguinemque potius in superiora fluere compellat: unde ex nimio sanguine dilatatis arteriis, & venis, radices nervorum comprimantur, fluxus spirituum minuatur. At ventriculo aqua, aut liquore alio non fermentato, perinde ac a cibis, repleto, esset compressio, & somnus: contra universalem experientiam. Rei veritas est; quod neque aorta descendens a ventriculo premitur; neque sanguis magis in superiora, quam in inferiora effluit. Pariter ex utraque parte arteriæ, & venæ turgescunt, & pulsant. Plusne sanguinis, & spirituum ex stimulo ciborum, & naturæ ipsius instituto, dum fit digestio, in abdomen confluit, eorumque idcirco avo-

avocatio a cerebro somnum inducit, quæ est *Alberti Haller* sententia, & concepta fere verba (a)?

141. Rem ego ex ignis elementaris, & spirituum animalium indole, alio in loco demonstrata, & ex familiari, & quotidiano phænomeno deduco, atque explico. Post assumptos cibos corporis partes plus minusve, pro temporum diversitate, omnibus frigescunt. Plus caloris in humani corporis membris est, quam in cibis, & liquoribus, quos assumimus, & bibimus. Deficiente igitur caloris æquilibrio, ad quod semper in vicinis corporibus sese componere adnititur ignis elementaris, a toto corpore calidiori in ciborum massam frigidiorem se se diffundit: ejusmodique ignis diffusio, & fluxus pro ciborum, temporum, temperamentorum varietate, non modo in diversis, sed in eodem etiam homine diuturnior, aut brevior, tamdiuque durat, quoad inter ventriculi massam, aut chilum, & cæteras partes corporis reparetur caloris æquilibrium. Spiritus animales, & materiam electricam, postremam hanc & ignem elementarem aut idem prorsus esse, aut in omnibus fere convenire, in loco probavimus. Spiritus igitur post assumptos copiosos cibos ad inferiora affluere, in cerebro deficere, & somnum irrepere, pura est ex dictis consequentia.

142. Si quæ nos de spiritibus animalibus, de materia electrica, de igne elementari suis in locis disputavimus, in memoriam revoces; adductam explicationem probabis. Et hinc post exiguum cibum nullus, aut difficilis somnus. Vix enim tantillum turbatur æquilibrium. Post prandium igitur diuturnius, quam post cænam, dormiremus? lecto te, lumine penitus remoto, componas; nocturnum circa te sit objectorum silentium; rem ita esse experiere. Quod aliter res eveniat, aliis caussis tribuendum. Potissima est defectus excitationis sensuum ab objectis externis; lumen oculos feriens, strepitus, loquentium voces, succussio a corporibus, & alia similia interdiu agentia, noctu feriantia, nocturni somni diuturnioris, diur-

---

(a) *Haller adnot. ad num. 591. prælectionum Boerhaavii.*

diurni brevioris ratio sunt. Ab iis objectorum actionibus organa sensuum, nervi, spiritus excitantur, agunt, fluunt, sentimus, vigilamus. In objectorum igitur externorum silentio, noctu semper, interdiu rarissime incidente, secundam habes generalem caussam somnum inducendi, & producendi. Cum *producendi*, dico, somnum ex defectu excitationis sensuum, & continuato objectorum silentio induci, & produci: somnum somni *caussam esse*: *dormiendo* dormiendi *veternum produci*, *&* *intendi*, intelligo.

143. Secundæ hujus caussæ veritatem omnium nostrum experientia, modum ratio, periculum exempla aliquot demonstrant. Iis, qui a postmeridiana dormitione neque per se se, cum possunt, neque ab aliis excitantur, sensim ingravescit somnus, & molestam capitis gravedinem producit. Idem de nocturno, seu matutino experimentum. Quamdiu spiritus non excitantur, & fluunt; eorum cessatio continuandæ cessationis ratio est: ita fert inertiæ lex. Motus motum, quies quietem producit, & continuat. Duplex autem excitationis spirituum principium, objecta externa, & anima ipsa: & hinc aut a nobismetipsis, aut ab aliis objectis succutimur, & excitamur. Quamdiu igitur vel voluntatis, membrorumque torpedine, vel externæ excitationis defectu non expergiscaris; producetur ex somno somnus. Animalibus interim spiritibus nimia dormiendi continuatione magis semper, & magis torpescentibus, diuturnaque perspiratione dissipatis, in virium languorem, capitis gravedinem, sensuum, memoriæ, mentisque hebetudinem, fatuitatem, delirium, mortem gradatim deveniri potest. Exempla apud auctores passim offendes (*a*). Aliquot etiam harum rerum levissima specimina in nobis experimur; cum somno longe quam par est, diuturniori indulgemus. Et hinc certus cuique hominum est inter salutarem, & noxium somnum naturalis limes, experientia, & judicio, non mollitie, pigritia, aut sensus indulgentia definiendus. Dormire humanæ naturæ conditio est, malum necessarium, & remedium. Citra somni & vigiliæ vicissitudinem non vivitur: en natu-

(a) *Lege Boerhaave & Haller locis citatis.*

turalem nostrum conditionem : est igitur necessarium vitæ malum, &c., ne moriare, remedium. Alio etiam sensu est etiam infirmitas, & medicina. Ultra, aut citra necessarium naturæ limitem dormire, novum est vitæ ipsius detrimentum, magis ab excessu, quam a defectu noxium: vitæque proinde diuturnitati consulit, qui metam tantum attingit.

144. Tantumne ergo temporis opus est, oppones, ad æquilibrium; cum totas 7. 8. aut plures etiam horas post cœnam producatur somnus? Esto incipiat ab ea caussa dormitio: una tamen aut altera hora elapsa reparatum jam erit æquilibrium: somnumque propterea ea ex caussa intermitti opus esset. Somnum, respondeo, ab interrupto æquilibrio irrepere, & ad reparationem usque eadem ex caussa produci diximus, & probavimus. Ulterior ejusdem continuatio partim est somnus ex somno, partim ex aliis caussis modo adducendis productus.

145. *Tertia somni caussa, eaque notissima, vitæ pariter, atque moribus noxia, est liberalis liquorum vegetantium, & fermentantium potus.* Hujusmodi sunt vinum, cerevisia, aquavitæ, spiritus vini, plures alii liquores subtiles, & fermentantes, & vina quam plurima ex diversis vegetantium fructibus expressa, & parata: cum ex adverso aqua, infinitæque potiones non fermentantes eum non producant effectum. Hujus caussæ modum, & actionem ita concipio. Post liberalem ejusmodi subtilium liquorum potum ex copiosis eorum spiritibus, & igneis particulis a ventriculi calore, acido, motu excitatis vehemens fit fermentatio, sanguini sensim communicanda. Ex vehementi hac liquorum, sanguinisque vinosis spiritibus paulatim infecti, fermentatione, venarum, & arteriarum cerebri rami, perinde ut cæteræ omnes, magnopere turgescunt; igneique interim, & fermentantes liquorum spiritus subtilissimi extra vasa per glandulosam cerebri substantiam copiose imbibuntur: nervorum igitur radices, & ora in cerebri substantia hiantia admodum comprimuntur, spirituumque animalium formatio, percolatio, fluxio turbatur: inde idcirco nervorum, & sensuum feriæ, seu somnus, tamdiu duraturus, usquedum fermentatione in ventriculo, & sanguinis vasis absoluta, vinosis spiritibus evaporatis, sua sanguini restituatur naturalis temperies, spi-

spiritibus percolatio, & fluxus, quibus iterum agant nervi.

146. Quodsi, hisce jam absolutis, & peractis, somnus ex potu inceptus longius adhuc prosequitur; non is jam est ex vino, sed ex somno somnus: ut modo circa priorem caussam diximus. Ex hac rerum deductione illud sponte consequi video, communi experientia confirmatum, longa ebrietatum repetitione aciem mentis sensim hebescere. Qui fieri posset, ut a tot fumosis fermentantium spirituum halitibus, cerebrum identidem occupantibus, agitantibus, organica illa cogitantis animæ sedes non impediatur? Hinc etiam est, quod vitam contrahat, ut passim videmus, familiaris ebrietas. Si enim diuturnior somnus vitæ noxius, ut diximus; quid non damni a familiari diuturnitate timendum?

147. *Lassitudo corporis ex nimio membrorum motu: externorum objectorum silentium, seu ab iis nos non excitari, duæ aliæ inducendi, & producendi somni caussæ sunt*. Rem ipsam, & modum ex superius dictis per se quisque videt. Membrorum lassitudo ex nimia spirituum amissione, sudore ut plurimum, & insensibili perspiratione facta, consequitur: eorum igitur fluxum, & actionem intermitti, nervosque non agi opus est. Externorum etiam objectorum circa nos silentio, hoc est, nulla ab iis in nos actione interveniente, qualis est nocturna rerum quies, altera intermittitur nostrorum sensuum, nervorum, & spirituum excitatio: si igitur interim anima, quæ aliud est ejusdem excitationis, & motuum principium, a cogitando distrahatur, & sensim feriari incipiat; utraque excitationis spirituum cessante caussa, effectum etiam intermitti, somnum irrepere, necessaria est consequentia.

148. Satis etiam ex dictis intelligitur, *otium mentis alteram esse somni caussam*: otium scilicet ex otio. Ut rem ipsam, & rei modum probes, satis est & modo dicta, & superius tot jam in locis exposita animadvertere circa cogitantis animæ, & organorum motus, & sensuum mutuum vinculum, atque actionem. Mirum magis videri potest, re tamen ipsa, atque consequenti ex dictis deductione verum, somnum & ab otio cogitandi, & a continuata cogitatione induci: a motu scilicet & quiete, ab otio, & actione eun-

deat saepe esse effectum. Diuturna cogitandi contentione magna spirituum vis amittitur: eorum inde fluxio remittit: & hinc nimio studio, diuturna mentis contentione lassitudo, & dolor capitis, quaedam mentis hebetudo, & somnus quandoque originem ducunt.

149. *Nimium frigus inter periculosas dormiendi caussas locum habet.* Rem facile ex dictis concipies, & explicabis. Membra frigore paulatim correpta, & tandem rigentia sensum, & motum paulatim etiam, & tandem omnino amittere, hoc est, indormire, quotidiana est experientia. Moriendi etiam & frigoris eadem ut plurimum est gradatio per membra. Sed fusius haec evolvamus, quae non ignorare, maxime refert. Frigore constringi corporis partes, & vasa crassescere, & paulatim concrescere liquores, intestinum languescere, & sistere motum, membra, aut totum corpus ita frigore correptum torpescere, non moveri, non sentire facti res est, & naturae frigoris effectus. Eo igitur in statu pro ratione crescentis frigoris sanguinis motum remittere, aut cessare, spiritus animales amplius non formari, non fluere, neque agere; rigescentes sensuum, & motuum voluntariorum nervos non agi, aut functionibus inservire, pura est ejus status consequentia. En proinde sensuum, & animalium functionum ferias, hoc est, somnum, si ad vitam interim maneat, quantum satis est motus.

150. Plurima ex hisce deduces, & explicabis. I. *Frigus ad certum usque intensionis gradum est impedimentum somni, ultra eum gradum caussa.* Haec duo in speciem opposita rerum expositio componet. Frigus per sese est dolor, hoc est, molesta sensus functio: per se igitur ferias sensuum potius excludit, quam inducat; hinc illa est dormiendi frigidis membris difficultas. Ultra eum gradum nervis, & spiritibus admodum iam torpescentibus, feriatur sensus, tollitur dolor, & profundissime dormitur.

151. II. *Somni hac ex caussa inducti principium quidem ingratum, continuatio periculosa, finis aliquando mortiferus.* Incipit scilicet ex molesto dolore: somno jam inducto, & concretis frigore membris, violentae solum successiones, & ictus torpescentia membra paulatim excitare, a profundo lethargo liberare, & in pristinas functiones restituere possunt: nisi frigore in-

te-

terim; & cito quidem remittente, suus sanguini, spiritibus naturæ restituatur vigor. Qui frigore correpti moriuntur, mortiferum somnium dormiendo moriuntur: & quicumque in soporem frigore correptus incidit, nisi molestis succussionibus excitetur; somno primum quidem gratissimo in veternum deinde ingravescente, & mortifero tandem occumbit. Exempla non rara rem ex principiis deductam confirmant.

152. Hujus caussæ, naturæ, & conditionis est diuturna illa plurimorum insectorum, & aliquarum etiam avium per totum hyemem dormitio. Formicæ, cimices, hirundines, & aliæ animantium species hiberno frigore correptæ, & torpentes totum illud tempus ob spirituum animalium defectum ex frigore derivans dormiunt, mortuis simillimæ, sub veris initium, & restiturum atmosphæra calorem expersgiscendæ. Homone vero, cæteræ animantium species similem poterunt dormire somnum? Rem fieri posse non inficior; & ex disputatis hactenus deduco: factam jam historiographi tradunt, penes quos sit fides: facile id vero factu esse, non admiserim. Singulæ animantium species certos frigoris, aut caloris gradus ferre possunt: quibus transgressis, de eorum vita actum est. Ad rem definiendam compertum primo deberet esse quænam perspirationis ratio ex singulis animantibus: quanam ratione abstinentiam ciborum ferre valeant, quod vitale systema sine animali superesse possit: & alia similia.

153. III. *Homines pinguedine pressi, senes, pueri somno ex allata caussa præter alias magnopere indulgent, aut premuntur*. Pinguedo, senectus, copiosi puerili ætate humores, frigidiores per se se sunt aut frigoris rigore facilius contrahuntur, quam virilis ætas ab iis incommodis libera. Sed ex aliis etiam caussis ista pendent. Pingues non frigidiores modo, sed ob pinguedinem ipsam pressiores, & angustiores habent arterias, & venas, adipe sepultas: minusque sanguinis in hujusmodi corporibus inest & circulatur senectus per se se frigida ob languescentem vasorum elasticitatem, remittentem decrescentis sanguinis motum minorem in dies spirituum vim producit. Idem est pueritiæ vitium ex infirmo adhuc organorum elaterio, nimiaque humorum copia originem ducens.

154. *Pressio cerebri externa, aut interna: fluxus san-*

dent sæpe esse effectum. Diuturna cogitandi contentione magna spirituum vis amittitur: eorum inde fluxio remittit: & hinc nimio studio, diuturna mentis contentione lassitudo, & dolor capitis, quædam mentis hebetudo, & somnus quandoque originem ducunt.

149. *Nimium frigus inter periculosas dormiendi caussas locum habet*. Rem facile ex dictis concipies, & explicabis. Membra frigore paulatim correpta, & tandem rigentia sensum, & motum paulatim etiam, & tandem omnino amittere, hoc est, indormire, quotidiana est experientia. Moriendi etiam & frigoris eadem ut plurimum est gradatio per membra. Sed fusius hæc evolvamus, quæ non ignorare, maxime refert. Frigore constringi corporis partes, & vasa crassescere, & paulatim concrescere liquores, intestinum languescere, & sistere motum, membra, aut totum corpus ita frigore correptum torpescere, non moveri, non sentire facti res est, & naturæ frigoris effectus. Eo igitur in statu pro ratione crescentis frigoris sanguinis motum remittere, aut cessare, spiritus animales amplius non formari, non fluere, neque agere; rigescentes sensuum, & motuum voluntariorum nervos non agi, aut functionibus inservire, pura est ejus status consequentia. En proinde sensuum, & animalium functionum ferias, hoc est, somnum, si ad vitam interim maneat, quantum satis est motus.

150. Plurima ex hisce deduces, & explicabis. I. *Frigus ad certum usque intensionis gradum est impedimentum somni, ultra eum gradum caussa*. Hæc duo in speciem opposita rerum expositio componet. Frigus per sese est dolor, hoc est, molesta sensus functio: per se igitur ferias sensuum potius excludit, quam inducat; hinc illa est dormiendi frigidis membris difficultas. Ultra eum gradum nervis, & spiritibus admodum jam torpescentibus, feriatur sensus, tollitur dolor, & profundissime dormitur.

151. II. *Somni hac ex caussa inducti principium quidem ingratum, continuatio periculosa, finis aliquando mortiferus*. Incipit scilicet ex molesto dolore: somno jam inducto, & concretis frigore membris, violentæ solum successiones, & ictus torpescentia membra paulatim excitare, a profundo lethargo liberare, & in pristinas functiones restituere possunt: nisi frigore in-

te-

terim, & cito quidem remittente, suus sanguini, spiritibus naturæ restituatur vigor. Qui frigore correpti moriuntur, mortiferum somnum dormiendo moriuntur: & quicumque in soporem frigore correptus incidit, nisi molestis succussionibus excitetur; somno primum quidem gratissimo, in veternum deinde ingravescente, & mortifero, tandem occumbit. Exempla non rara rem ex principiis deductam confirmant.

152. Hujus caussæ, naturæ, & conditionis est diuturna illa plurimorum insectorum, & aliquarum etiam avium per totum hyemem dormitio. Formicæ, cimices, hirundines, & aliæ animantium species hiberno frigore correptæ, & torpentes totum illud tempus ob spirituum animalium defectum ex frigore derivans dormiunt, mortuis simillimæ, sub veris initium, & restitutum atmosphæra calorem expergiscendæ. Homone vero, cæteræ animantium species similem poterunt dormire somnum? Rem fieri posse non inficior; & ex disputatis hactenus deduco: factam jam historiographi tradunt, penes quos sit fides: facile id vero factu esse, non admiserim. Singulæ animantium species certos frigoris, aut caloris gradus ferre possunt: quibus transgressis, de eorum vita actum est. Ad rem definiendam compertum primo deberet esse quænam perspirationis ratio ex singulis animantibus: quanam ratione abstinentiam ciborum ferre valeant, quod vitale systema sine animali superesse possit: & alia similia.

153. III. *Homines pinguedine pressi, senes, pueri somno ex allata caussa præter alias magis re indulgent, aut premuntur*. Pinguedo, senectus, copiosi puerili ætate humores, frigidiores per se se sunt aut frigoris rigore facilius contrahuntur, quam virilis ætas ab iis incommodis libera. Sed ex aliis etiam caussis ista pendent. Pingues non frigidiores modo, sed ob pinguedinem ipsam pressiores, & angustiores habent arterias, & venas, adipe sepultas: minusque sanguinis in hujusmodi corporibus inest & circulatur senectus per se se frigida ob languescentem vasorum elasticitatem, remittentem decrescentis sanguinis motum minorem in dies spirituum vim producit. Idem est pueritiæ vitium ex infirmo adhuc organorum elaterio, nimiaque humorum copia originem ducens.

154. *Pressio cerebri externa, aut interna: fluxus*

 san-

sanguinis in cerebrum impeditus, aut nimius: & consequenter, calor intensus postremæ a nobis statuuntur somni caussæ. Cerebrum & nervorum ora possunt premi vel a pressione extrinsecus facta supra duram matrem, vel a vasis sanguinis nimium dilatatis: quod nimii sanguinis, aut caloris potest esse effectus. Ab impedito sanguinis in cerebrum fluxu spirituum animalium percolationem, & fluxum etiam impediri, sensuum ferias, hoc est, somnum induci, liquido ex superioribus constat: sanguisque vel copiosius, quam par est, in cerebrum fluens, aut impeditus idem producere possunt. A quonam principio sit periculosus ut plurimum ægrotorum lethargus, quæri, atque ex dictis inveniri, & statui potest: ut mali origini applicetur remedium. Crassescens sanguis, lentior illius motus, nimia aliquando copia, & fluxio æque esse possunt lethargi caussa. Illi sane, qui, secta vena, moriuntur, quæ olim *Senecæ*, & aliorum sæpe fuit sors, dormiendo mori possunt dici.

COROLLARIUM.

155. Quid igitur rei sit somnus, quodnam naturæ bonum, aut malum: quænam illius caussæ proximæ, aut remotæ, quisnam earum caussarum modus, ratio, vires disputatum est. Antequam, quæ supersunt, expediamus, pauca inter multa ex jam dictis descendentia indicemus. I. Quoniam somnus a caussis adeo diversis inducitur; diversa pariter sunt non modo in aliis, & aliis, sed in eodem etiam homine somni qualitates, & accidentia: gravitudo, & levitas. Quænam vero circa hæc duo in dormientibus diversitas, a sanguinis temperamento, ciborum, & potionum natura, & quantitate, corporis obesitate, caloris, frigorisve excessu derivans? Ab hisce postremis capitibus quænam in febricitantibus sæpe, in animalibus frigore correptis quotannis animadvertimus? Undecumque illa proveniat gravitudo; eam esse somni non boni notam, res mihi est indubia. Pura, sensuum requies perfectus est somnus, & omnia dormiendi beneficia secum fert. Quod ultra hujusmodi quietem est evigilandi impedimentum, hoc est, gravitudo somni, non id jam est sensuum requies, sed vincula: eo magis ad animalis mortem ducentia, & eam referentia, quo majori vi sen-

sensus catenant, eorumque functiones impediunt. Vivere est agere, & expedita ad agendum facultas. Actiones hic ego vitales, & animales intelligo. Atteritur tamen, & perditur continuata actione animal: quies igitur sensuum expedita semper manente ad actionem facultate, vires reparat, vitæ beneficium est: En somnum levem, & perfectum. Si vero sensibus ab actione quiescentibus, facultas insimul magis minusve impedimenti patiatur, quod est gravitudo somni, id vero cum agendi impedimentum sit, animantis vitæ noxium est.

A primo igitur obrepentis somni initio ad quietem usque a vinculis liberam, hoc est, ad somnium levem, definitum, a natura limitem, somnus ipse perfectius gradatim evadit beneficium: corporis, & facultatis torpore post eum limitem incipiente, & gradatim ad mortem gravescente, gradatim etiam magis, & magis a beneficio recedit somnus.

COROLLARIUM II.

156. Non eadem etiam est incipientis, continuantis aut desinentis somni gravitudo. Naturalis sanorum hominum somni gravitudo sensim ut plurimum continuatione remittit: intenditur sæpe ægrotantium lethargus: id quod caussarum somnum tum temporis inducentium, genio cohæret. Superiora intelligenti hoc animadvertisse, satis; non intelligenti fusior etiam explicatio non sufficeret.

Diuturnitas, & brevitas somni pariter fere illius gravitudini, & levitati respondent, cum quoad caussarum, tum etiam quoad phænomenorum, diversitatem.

COROLLARIUM III.

157. Illæ aliæ etiam somnorum divisiones vulgo admissæ in suaves & insuaves, seu molestos, naturam sublevantes, & opprimentes: salutares, & noxios non opinione tantum vulgi, sed re etiam probantur; & expositarum hucusque caussarum debent esse consequentia. Suaves plerumque sunt somni qui sine insomniis, gravitudine, vitalium functionum detrimento exiguntur. Contra vero fatigant, molestaque sunt insomnia

mnia, somnus gravior, diuturnior, lethargus. Insomnia, quod vane cogitandi laborem ferant, dulcemque excludant quietem: propereaque & quiescendi, & cogitandi oblectamenta turbent, duplici de capite molestiam creant. Lethargus, & diuturnior somnus citra vitalis systematis damnum non exiguntur. De lethargo res est ex dictis manifesta: in utroque, longiore perspiratione, spirituum animalium amissione, musculorum, & nervorum diu flacescentium languore inertia ut plurimum ad aliquod tempus fiunt necessaria ad motus, ad sensum, ad cogitandum organa. Inde vero capitis gravedo, sensuum hebetatio, membrorum ad motum torpor & inertia. Non rarum inde est, quod mirabile videri deberet phænomenon, æquali post diuturnum somnum, atque post diuturnum studium, aut laborem, capitis, aut membrorum defatigatione homines laborare.

Duæ aliæ somni divisiones allatæ priori plane analogæ facile ex illius explicatione intelliguntur. Naturam sublevat requies vitalibus functionibus damnum non inducens, spirituum dissipationi parcens, formationi favens. Opprimet, in quo opposita peraguntur. Hæc eadem fere est salutaris, & noxii somni ratio.

COROLLARIUM IV.

158. Quanta hinc in medicinæ usum non deducuntur? Somnus secundum varias illius qualitates multiplicis mali indicium, caussa, aut remedium existit. Nihil in re medica magis notum. Somni propterea, accidentia, qualitates diligenter observare, caussas, & effectus explorare, illum inducendi, dissipandi, levandi rationem agnoscere: idque per tempus efficere, maximi momenti res esset, & in omni medico desiderandum. Morbos quotidie novimus gravem, atque diuturnum somnum inducentes: eum omnino impediunt alii, noxiamque ferunt vigiliam. Priorum caussæ, præter alias, est sanguis crassescens. A viscosis, & tenacibus ejus partibus circulationem sensim languescere, spirituum percolationem, formationem, fluxum retardari, & impediri, somnumque inde consequi gravitudine, diuturnitate, periculo intensitati caussæ proportionalem, physicæ leges sunt. Si longius producatur ille rerum status; spiritus etiam ad vitalium

lium functionum systema necessarii paulatim deficiuntur, ad mortemque vergit malum; nisi præsens caussæ afferatur remedium.

159. Secundum ex oppositis principiis frequenter accidit. Ardenti calore sanguine semper agitato, quæ febris conditio est, spirituumque copia, fluxu; functionibus interim non deficientibus, aut interruptis, aberit proculdubio somnus, molestaque vigilia laborabitur. Hujusce status principia, quæ esse possunt diversa, agnoscere, tollere, aut temperare, docti medici munus est. Rem enim hucusque ex certis principiis deducere, & secundum leges physicas, atque experimenta statuere philosophus, rerum usum agnoscere debet medicus.

COROLLARIUM V.

160. Quod vehementes animi cordisque passiones iræ, vindictæ, amoris, frigus, & calor molestum efficientes sensum aliæque incommodæ caussæ, seu animi, corporisve status, somnum dispellant, irrepere non permittant, necessarium est dictarum hucusque rerum corollarium. Dolorem hæc omnia excitant, hoc est, molestum animæ sensum, sentiendique exercitium rem somno, sensuum nimirum series plane oppositam. Alia multa consulto prætermitto, quæ facile secundum dicta explicabuntur.

§. II.

Quisnam interim, dum dormimus, animalesque functiones feriantur, vitalis systematis, & functionum status existat.

161. Dum humani sensus feriantur, eorumque functiones cessant, vitalis facultas res suas agere pergit. Quænam vero, hujusmodi discriminis caussa? Perindene etiam inter dormiendum, atque dum vigilamus, vitales motus, & functiones peraguntur? an melius forsan, vel pejus hæc, dormiendo fluunt? Prima quæstio per sese difficilis ad scientiæ potius theoriam perficiendum spectans, quam ad usum, aut humanæ vitæ beneficium inserviens, in præsenti saltem, quam habemus; physiologiæ cognitione, in multiplices diver-

fos sensus distraxit physicos. Secundam de qua etiam inter egregios medicos non convenit ad usum vitæque beneficium aut damnum propius spectat, potestque observando definiri. Ab hac ergo incipiamus.

162. Ab eo, qui in dormiente fit, & statuatur vitalium functionum exercitium, longioris, breviorisve somni utilitas, aut damnum definiendum est. Vitalis facultatis præcipua hæc sunt munera: motus cordis, & arteriarum, circulatio sanguinis, respiratio, digestio ciborum, insensibilis humorum e toto corpore perspiratio, secretiones humorum in glandulis, nutritio, & tandem, quod omnium caput est, spirituum vitalium, nervorum, atque musculorum ad illa omnia inservientium non interrupta actio. Quid vero hæc, dum dormimus? Melius hæc omnia in somno, quam in vigilia peragi, somno animales functiones languescere, vitales vigescere: contra vero in vigilia vitales remittere, animales confirmari, vigiliam animalibus, somnum vitalibus functionibus favere, *Sanctorii* sententia fuit (a), cui olim præiverat *Hypocrates* (b), postea vero calculum addidit *Boerhaave* (c), duo medicinæ lumina: compluresque alii sunt ejusdem sententiæ auctores. Hæc unum iis est rem statuendi ratio, quod dormientium calor, inquiunt, perspiratio, seu insensibilis sudor in somno, quam in vigilia, sint intensiora, respiratio item profundior, & vehementior: eadem igitur erit aliarum functionum ratio a tribus hisce consequentium.

163. Rem tamen vulgi potius opinione, & præjudiciis, quam experimentis, aut ratione probatam, data opera accurate examinarunt recentiores *Keil* (d), *Dodart*, omnium vero diligentissime *Gorter* (e). Rei summa est, quod contraria omnia invenere, & statuunt, atque statuerat *Sanctorius*. Observata etiam observatis non conformantur. Perspirationem nocturnam posuerat *Sanctorius* unciarum 40. aut 50.: ali-

(a) *Sectione 4. num. 47. 48.*
(b) *Epid. 6. num. 4. 5.*
(c) *Prælection. n. 590.*
(d) *Keil. pag. 274. 275.*
(e) *De Perspiratione num. 307.*

50. aliquando etiam unius libræ in horam: in vigilia vero dimidio esse minorem (a). A *Gorteri* experimentis perspiratio nocturna hyemalis est unciarum 16.; æstiva unciarum 14.: duarum unciarum in horam: vigiles tres uncias perspiramus in horam; quatuor vero, si moveamur. Undecumque hæc sit in observationibus ipsis oppositio: liberalesne Italorum, frugalissimæ ac fere nullæ vero Batavorum, & Anglorum cænæ oppositas producant nocturnæ perspirationis summas, quod conjicit *Haller*: an alia sit rei caussa; experimentis, naturæ, & caussarum legibus, atque ratione diligenter perpensis, certa mihi sunt sequentia.

164. I. *Somnus ex se, seu status dormiendi calorem, & consequenter sudorem in animante neque auget, neque producit*. Sudor enim est consequentia & effectus caloris: quod ergo secundum non augeat, aut producat, imo forsan etiam impediat, idem circa primum præstabit. Jam vero calorem motus excitat, & auget: qui major per se est in vigilante, quam in dormiente: quies vero temperat, & paulatim extinguit; ut & experimentis, & ex theoria ignis, atque caloris in loco exposita edocemur. Unum opponere posses motum sanguinis, quem, si in dormiente major esset, alterius motus defectum supplere diceres. Sed neque sanguis in dormiente celerior, neque celeritas tantillo major sufficiens esset supplementum. Rem præterea experimentum definit: dormiens stragulis æque, atque vigilans coopertus, iisdem manentibus circumstantiis, magis præ vigilante frigescit.

165. II. *Minus etiam, dormiendo, quam vigilando, humanum corpus perspirat*. Experimenta *Gorteri*, calor, & sudor in vigilanti major modo assertus, dubium omne tollunt. Adde etiam, quod vigilante sese ut plurimum movente, & ab aliis in alia ambientia corpora, & aerem consequenter transeunte, majus inter internum, & externum calorem discrimen, & æquilibrii differentia fit, quam in dormiente, iisdem semper stragulis, & aere circumdato: ex indole igitur ignis & caloris sese circumquaque diffundendi, & ad æquili-

(a) *Sanctorius Sect.* 4. *n.* 1. 2. 37. 37.

librium tendentis, plus caloris, & ignis in primo, quam in secundo statu ex humano corpore effunditur: secumque tenuissimos corporis halitus effluendo defert: id quod aut sudare, aut perspirare est.

166. III. *Ciborum etiam digestio, fluidorum percolationes, & secretiones melius in vigilia, quam in somno peraguntur.* Levissima etiam cujuscunque nostrum supra nos metipsos animadversio ad rem suadendam satis. Sex horis a prandio, lautiori per se se, quam cæna sit, transactis, cibos jam appetimus, aut famem patimur; quam nonisi post duodecim fere horas a cœna experimur: indubio argumento, promptius in prima, quam in secunda periodo, vigilando, quam dormiendo ciborum digestionem fieri, novamque incipere acidorum in ventriculum actionem. De humoris a sanguine secretione vigiliæ temporibus copiosiori, sibi ipsi unusquisque experimento, aut argumento est.

167. IV. *Cordis etiam & arteriarum pulsus lentior est in somno.* Et inde plenior cum majores undæ, aut jactus e corde expellantur. Eadem de caussa rarior etiam est respiratio; quæ a circulante sanguine motuque cordis plurimum pendet. Quod duo hi motus magis plerumque sint in dormiente, quam in vigilante uniformes; caussæ sunt nullæ fere in dormiente, frequentissimæ in vigilante, & motus, & motuum variationes.

168. V. *Functionum vitalium una est nutritio, quæ omnium sententia, melius dormiendo, quam in vigili peragatur.* Id vero est dictarum huculque rerum consectarium. Sanguis inter dormiendum lentior, & magis sensim lentescens, dum a majoribus vasis ad minora semper & minora fluendo derivatur, ex majori hac lentitudine magis etiam crassescit, subtiles ejus particulæ, nutritionis elementum, & in partes corporis convertendæ, facilius implicantur, detinentur, antiquis secundum organorum rationem apponuntur, adhærent, uniuntur: Id vero est nutriri corpus. Plurima quæ ex dictis inferri possent somni usum, utilitatem, aut damnum spectantia, aut lectori facile animadvertenda, aut medicis fusius definienda omittimus.

§. III.

§. III.

169. Quare animalium functionum quies illam etiam vitalium secum non ferat: maxime ex adverso secunda primam semper inducat, non facile definies: miraque est in praesenti quaestione solvenda physiologorum cillensio. Hujusmodi munus, & effectum animae tribuere (rem totam penitus ignoranti, ac proinde non volenti) quae est *Sthalii*, & discipulorum sententia, id esset quaestionem caligine obducere. Musculosarum fibrarum cordis, aliarumque vitalibus motibus inservientium *irritabilitas* a bene multis post *Albertum Haller* statuitur totius rei caussa. Satis jam ea de re superioribus disputatum. Est ne forsan spirituum animalium indoles a vitalibus diversa, formatio difficilior, facilior dissipatio, ut ex iis capitibus animalem facultatem intermitti, vitalem semper agere opus sit? Qui ita sentiunt physiologi medici, caussam afferunt aeque intellectu facilem, atque probatu difficilem. In abditissima notissimi, & manifesti phaenomeni caussa, & modo expendendis parumper immoremur. Vitales omnes motus, & functiones a primo se se nutrientis corpusculi initio ad mortem usque numquam cessant: dum interim animales quotidie intermittunt, & renovantur. Systematis igitur animalis functiones, & nervorum ad illas inservientium apparatus, incolumi vita, saepe feriantur; feriando autem nullum in vitale systema, & nervos impedimentum inducitur. Quaenam rei caussa, & modus?

170. Nodum sin minus solverat, uno verbo secavit *Borellus* (a) *Swammerdamius* (b), *Perrault* (c), animales, vitalesque motus animae tribuendo: a cujus virtute, & perenni consuetudine est, inquint, ut priores quotidie alternentur, posteriores numquam sistant. *Sthalius*, cum non modo qnidquid in corpore fit, sed corporis ipsius formationem, & compactionem opus ani-

(a) *De motu animal. l. 2. prop.* 80.
(b) *Bibl. natur. de ranis p.* 844.
(c) *Du toucher pag.* 547. *& alibi*

animæ esse statuerit (a); Brevi etiam hac responsione se se a præsenti quæstione expedit. Anima, inquit, corpus ipsum per se se formavit, primum in illo vitalem omnem motum produxit; animalem postea additura. Hæc quidem omnia sibi olim nota, paulatim oblitam, longa consuetudine peragere. Quid enim non agimus distracti, & inscii, unaque consuetudine ducti? Quænam aliqui somniando, quænam omnes non agimus vigiles, & distracti?

171. Sincerene an jocando ista a doctis hominibus proferantur, dubium esse posset. Ita enim vero philosophari, difficultatem declinare est, & rem non intellectam non intellecturis tradere. I. Quantumcumque universi mortales adnitamur, meditemur, & studiosissime perscrutemur; penitiorem humani corporis fabricam, primitiva elementa, & ordinem agnoscere desperamus. Quod vero anima rerum jam usu, & intructione edocta assequi non potest, id il i ante omnem sensum, & idearum acquisitionem fuisse notum, & ab eadem peractum? Qui hæc admittit, non quidem ratione agit, sed fide & magistri auctoritate agitur. II. Primitiva Dei Creatoris opera, qualis est humani corporis fabrica, & vita in vitalibus motibus physice consistens, animæ humanæ tribuuntur: ipsaque creandi munus agere inscia omnino statuitur. Anima, inquam, quæ suppositam illam sui corporis formationem, & vitalium motuum regimen neque agnoscit, neque recordari umquam potest. Qualiscumque a nobis contrahatur rei consuetudo, quæ in naturam veluti abiisse videatur; vinci tamen illa, moderari, aut animadverti potest. Neutrum vero ex iis in re præsenti verum est. Quonam præterea fundamento id muneris, atque virtutis animæ tribuitur? arbitrarium igitur statuitur dogma: quod quamdiu non probes, produci in medium non debet. Alia non apparet, inquiunt, caussa vitales motus producens, & humanum corpus formans præter animam. Hæc vero cum & præsens semper sit, atque de animando a se corpore, atque vita agatur, rebus sane illam maxime spectantitus; utrumque illud producendi virtute donatam a Deo

(a) *De motu tonico pag. 30. & alibi.*

Deo fuiſſe, rationi conſonum videtur. Hoc tamen argumentum ignorantiam quidem noſtram circa quæſitam cauſſam, non cauſſam ipſam oſtendit. Modeſtius eſt, atque ſapientius in rebus hiſce propriam fateri ignorantiam, quam ex ignotæ atque obſcura cauſſæ rejectione obſcuriorem aliam ſtatuere.

172. Mirum tandem eſſet, animam tanta virtute præditam nihil circa vitales motus mutare, & modificare numquam poſſe; cum de re ſua, de ſanitate, vita, morte ſæpiſſime agatur. Infiniti humanorum corporum morbi, quibus quotidie occumbimus homines, ex cordis, ſanguinis, aliiſque vitalibus motibus pendent, & in iis potiſſimum conſiſtunt. Eos motus temperare, accelerare, retardare, diverſiſque aliis rationibus modificare, id utique amiſſam valetudinem recuperare, eſt. Syſtema vitale, & animale in perfecto ſemper æquilibrio, & juſta temperie ſi quis ſervaret; ille proculdubio, ſi non immortalem, in plurima tamen ſæcula vitam produceret. Una deſuetudine ſecundum hanc ſententiam illa felicitate privamur. Tanta vero eſt vis deſuetudinis, ut cauſſa ſemper præſens, ad illam ſuperandam apta, potens, volens, beneficii ex ſuperanda deſuetudine profuturi ſibi plane conſcia numquam tamen reni obtinuerit. Alia ſane eſt noſtrarum conſuetudinum, & deſuetudinum indoles.

173. Quænam ergo eſt propoſiti effectus cauſſa? Quid plures alii excogitarint, & adſtruxerint phyſiologi, impræſentiarum omiſſo, cum res alibi jam fuerit expoſita, una *Vvillisii* ſententia non eſt prætermittenda. Duo ille primus omnium aſſeruit, & rei quam examinamus, cauſſam eſſe dixit: 1. nervos a cerebello derivatos ab iisd cerebro productis eſſe diverſos. 2. Priores vitalibus, ſecundos animalibus motibus inſervire: indeque facile ab actione intermittere poſtremos, dum interim primi, per ſeſe robuſtiores pergunt ſemper agere (*a*): atque communiſſima hæc fuit poſt *Vvilisium* medicorum ſententia (*b*). In præſenti anatomiæ lumine ſuſtineri illa amplius nequit quoad omnia capita: quin

(a) *Vvillis. de Cerebro, & nervis cap. 15.*

(b) *Rem videre eſt apud Haller nota 1. ad num. 600. prælection. Boerhav.*

quin id subtili auctori vitio verti possit. Afferta a *Vvillisio* nervorum origo exacta non est, neque vera. Unde illam ducant nervi, aut promiscue, aut alii ab aliis separati, in loco retulimus: resque est a *Vvillisii* opinione admodam diversa. Illa etiam nervorum vitalium ab animalibus diversitas ad rem præsentem faciens, examine accurate facto, non apparet. Nihilominus omnibus aliorum physiologorum examinatis sententiis, *Vvilisium*, si non veritatem attigisse, quod affirmare non ausim, ad illam propius cæteris accessisse crediderim.

174. Rem ego ita mihi concipio, quin aliis ut sensum meum probent, adducere contendam. Mira nervorum arbos primis radicibus cerebro immissis, per cerebellum, & deorsum deinde per totam spinam dorsi truncum producit: ex quo omnia nervorum paria hinc inde tamquam ab arbore rami producuntur. Vitales nervi ex cerebello, potissimum tamen ex spina dorsi, hoc est, ex trunco jam formato robusto, & a radicibus longe producto prodeunt. Quidni igitur in animali hac arbore perinde ac in vegetabili res fiant? In arboribus nutritii succi, qui animalibus spiritibus in re nostra respondent, per radices magnam partem ingressi, dum per truncum ascendunt, potissimum digeruntur, præparantur, defæcantur, ut arborem totam nutriant. Longe melius & copiosius hæc in trunci, ramorumque medulla, & productione, quam in radicibus peraguntur. Perfectior inde trunci, quam radicum nutritio, augmentum, moles: vegetiores ex trunco rami: copiosior illic nutritius succus, ejusque fluxus, & refluxus. Fluendo enim, & a radicibus ascendendo præparatur: & quæ in radicum vasis apta adhuc non erat ad plantæ nutritionem substantia, ascendendo per truncum paulatim digesta aptum evadit alimentum. A pari in re nostra philosophamur. Animalium spirituum unum fere cerebrum est officina: vitales a cerebro ad os usque sacrum digeruntur, & formantur. Tota spinæ dorsi medulla, qua late extenditur, eorum officina, & veluti stomachus exstitit. Hæc vero & illam animalium spirituum complectitur, & partem alteram longe majorem comprehendit. Consequens inde est, ut longe facilius, & frequentius animales, quam vitales spiritus deficiant: illorumque defectus & cessatio vitalibus nequaquam noceat: maxime vero ex adverso.

175. Di-

175. Diversa idcirco nervorum origo, medullæ constitutio, & indoles reconditi hujusce effectus caussam ex parte saltem constituit. Illamque, ut superius dixi, felicius, quam alii, collineavit *Vvilisius*. Explicatæ caussæ duo etiam addenda, in eumdem effectum influentia crediderim. Peculiarem cordis, totius systematis omnium motuum fundamenti, structuram, & ejus fibrarum indolem. Eæ sunt cordis fibræ ut integer hic mirabilis musculus tenuissima vi, & tantillæ substantiæ irritantis attactu ad motum peristalticum excitetur, atque eum motum diuturno tempore contineat. Structura vero, & positio illa est, ut & conceptum semel motum facile servet, & in vitalium motuum atque organorum veluti centro existat. Hæc omnia in animali systemate desiderantur: ut facile ex dictis in prima hujus Physicæ Viventium parte constat. Atque hæc illa sunt, quæ mihi mirabile hoc naturæ arcanum mecum ipso evolventi in mentem venere, & probabiliora esse existimo: sententiam positurus, cum probatiora tandem in medium proponantur.

§. IV.

Vigilia atque Insomnia

176. Quid rei, & modi sit vigilia, quænam illius caussæ utilitas, necessitas, suavitas, & aliquando etiam incommoda, & molestiæ existant, ex superius dictis plane intelligitur. *Vigilia est sentientis animæ exercitium, externus, internusque sensus:* quæ ab actionibus objectorum per nervos & spiritus in animam, & animæ etiam in objecta consequitur. Quidquid hujusmodi actiones excitet, vigiliæ caussæ sunt: eæ vero vel externæ ab objectis ipsis, vel internæ a naturali spirituum actione, fluxu, copia, vel ab animæ ipsius conatu, & imperio existunt. Pro vario earum caussarum genio, viribus, modo, & corporis etiam statu vigilia est suavis, aut molesta, utilis, aut noxia, necessaria, aut superflua: quod superiora intelligenti ulterius prosequi opus non est.

177. *Somnia sunt vigiliæ quædam crepuscula: absurdæ ut plurimum objectorum repræsentationes, & inordinatæ obscurarum idearum explicationes*. Satis hæc etiam ex dictis in data hac Viventium Physica intelliguntur.

Duo

Duo in somniis interveniunt, excitatio impressionum in cerebro antea existentium, atque animæ perceptio ab ejusmodi excitatione consequens. Objectorum vestigia aliquo tandem modo in cerebro imprimi, & ordine aliquo dispolita permanere, supra docuimus. Ad phantasmatum excitationem ob commercii legem, explicari in anima rerum perceptionem ab anima ipsa elicitam, superius etiam indicavimus, & alibi demonstravimus. Jam vero hujusmodi phantasmata duplici modo excitari possunt: actione scilicet externorum objectorum, peculiarique animæ ipsius contentione; & animadversione (id autem est vigilia, recordatio, aut memoriæ actus); vel per solam internam aliquam materialem causam, v. g. fermentationem, temperamentum, peculiares spiritus e sanguine expressos, & per cerebrum, aut cerebri partem aliquam diffusos, eaque diffusione fibras excitantes.

178. Secunda hæc excitatio, & excitationis causa, cum interna sit, fieri multoties potest, dum interim externi sensus omnino ferientur: illa ergo erit causa physica excitans somniorum, hoc est, earum imaginum, ac repræsentationum, quas, dum interim dormimus, nobis exhibemus, & videre nobis videmur. Hinc vero deducuntur notissima somniorum accidentia, & phænomena. Sunt primo plerumque obscura; quia externorum sensuum actionibus, & animi contentione, & animadversione deficientibus, longe imperfectius excitantur phantasmata, imperfectior etiam est repræsentationis, & perceptionis claritas.

179. 2. Mille aliquando chimæras, & monstra somniamus. Res, & facta diversa, longo temporum, ac locorum discrimine, atque intervallo distantia conjungimus; quia uno, eodemque tempore ob factam in cerebro fermentionem, aut aliam ex adductis modo causis diversa illa phantasmata excitantur: unde cum uno, eodemque tempore res adeo diversas confuse percipiamus; dimidiatas veluti ideas in unam conflamus.

180. 3. Aliquando tamen ordine suo longam rerum, & idearum seriem somniando sequimur, & nobis repræsentamus: quod excitatio per unam, eamdemque idearum semitam consequenter diffunditur, quin alia eodem tempore phantasmata succutiantur. Et hinc nil mirum est, quod apte aliquando in somniis

nis loquamur, periodum, aut carmen pangamus, & pronuntiemus, aut interroganti respondeamus.

181. 4. Unde tamen est, quod aliqui inter somnia electo assurgant, e camera egrediantur, ambulent, obicem devitent, aliaque peragant quae vigilem animam postulare videntur? unde etiam est; quod res aliquando post longum annorum fluxum obliteratae iterum excitantur, earumque iterum recordamur? Respondeo: Primum in sequentibus attingemus: Secundum vero ex eo provenit, quod fermentatione & alteratione, aliqua spirituum insinuatione, & fluxu per interiores nervorum, & fibrarum partes impressa olim, & sepulta deinceps phantasmata in totum aut secundum partem excitentur.

Tandem quod aliqui rerum in somniis visarum postea vigiles recordentur, alii vero obliviscantur, ex eo nascitur, quod in horum cerebro imaginum illarum vestigia & phantasmata leviter solummodo fuerint impressa, aut fuerint iterum perturbata, obducta, deleta; contrarium vero accidat in aliis.

§. V.

Memoriae felicitas, atque alia accidentia, affectiones, & amoenae quaestiones.

182. Ut illa, quae circa memoriam examinanda supersunt breviter exponamus; aliqua recolenda nobis sunt, quae suis in locis explicavimus. Primum: omnes hominum animas esse unius, ejusdemque speciei, seu aequalis perfectionis, quidquid in contrarium dicere ausi sint aliqui huius temporis philosophi. Cum igitur in hominibus, imo & in uno eodemque homine, in quo una tantum, & semper est anima, mira sit memoriae, imaginationis, & aliarum passionum varietas & discrimen; indubium est omnem illam diversitatem non ab anima, sed a sensuum organis pendere. Secundum: eam esse inter corpus humanum, unitumque sibi intelligentem animum legem commercii, ut ad certas actiones, motus, modificationes in organis certi etiam eliciantur & respondeant in anima sensus, ideae, aut aliarum specierum actus; & vicissim. Cum autem organa sensuum sint materia; nihil aliud in illis fieri potest, nisi motus, aut modificatio

per motum: quodcumque in materia fiat, aliquem semper motum intervenire necesse est.

183. Quod igitur alius præ alio memoriam habeat labilem, tenacem, facilem, difficilem, milleque alia id genus memoriæ discrimina, a peculiari organorum dispositione, temperamento, similibusque aliis organorum, & cerebri affectionibus derivatur. Hæc ergo pendent a puro machinamento organici nostri corporis, a spiritu humano animati. Quale porro est organicum hujusmodi machinamentum? Ex hactenus dictis, quæ rationi, & mechanicis, sensibilibusque causis conformia sunt rem ego ita concipio.

184. Organa cerebri, seu sensus communis, memoriæ, imaginationis ex innumeris, & subtilissimis fibris directis, & transversis componuntur. Hujusmodi fibris, quæ sunt sensuum organa, rerum phantasmata imprimuntur, retinentur, & conservantur. Infinita vero esse potest ipsarum fibrarum varietas circa duritiem, mollitiem, tenacitatem, tentionem, longitudinem, atque similia accidentia. Ab his autem pendet, quod phantasmata ipsa levius, vel profundius imprimantur; diutius, vel brevius conserventur; magis vel minus impediantur: ex hisque tandem omnis memoriæ varietas originem ducit. Speciminis gratia sequentia ita mihi repræsento, & brevissime expono.

Rem memoriæ mandare.

185. Ediscere memoriter v. g. orationem, ut verborum ordine recitari possit, aliud non est, nisi omnium illorum verborum (quorum singulis singulæ ideæ respondent) vestigia in una, eademque fibra ita disponere, ut unum post aliud ordine existat, & ex illo sequatur, atque connectatur. Aliquam habes analogiam in catenæ anulis sese excipientibus, in globulis sese tangentibus, in tectorum tegulis sese ordine sustinentibus. Eo spectat ille mentis conatus, ut res, seu phantasmata imprimat, & ordine in eadem fibra disponat, atque ita collocet, ut unum ad aliud conducat, & in aliud desinat. Ex consequenti, & ordinata illa connexione fit, ut secundum rectum phantasmatum ordinem a principio usque ad orationis conclusionem rectus verborum, & idearum ordo etiam excitetur. In directarum, & trasversarum fibrarum inter-

interfectionibus, seu nodis difficilius, ut per se patet, phantasmata imprimuntur; cum sit commune duarum fibrarum segmentum: illic vero facilis est memoriæ lapsus & error: est enim phantasmatum trivium; facillimumque est ad dextram, vel ad sinistram deflectere, rectumque idearum ordinem deserere. In cane venatico rude habemus exemplum. Alias lapsus memoriæ causas supra indicavimus.

Memoriæ facilitas, & difficultas.

186. Memoriæ facilitas ex mollibus, atque subtilibus fibris repetenda est: subtilitate enim, & mollitie sua facile cedunt, & rerum sigilla recipiunt, ut in quibuscumque aliis materiis mollibus, & subtilibus passim videmus, v. gr. in viridi ligno, in cera, & mille aliis. Ex adverso si fibræ sint duræ, memoria erit difficilis, sed tamen tenax: duritie enim actioni, & sigillorum impressioni resistunt, ut in durissimis metallis passim observamus.

187. Hinc feminæ, & pueri ut plurimum, cæteris quidem paribus, faciliorem habent memoriam, quam viri; hi vero tenaciorem: propterea quod major sit in prioribus, quam in postremis fibrarum mollities, & subtilitas. *Secundo*; quo magis ætas ingravescit, memoriæ facilitas minuitur; quod a cunis ad ultimam usque senectutem magis semper, & magis fibræ durescunt. Hæc quidem secundum communem rerum ordinem eveniunt, & observantur. Fieri tamen, ex diversis capitibus potest, ut eadem fibrarum mollities servetur, immo aliquando etiam procedentibus annis magis mollescant, quam in teneriori ætate. Similiter ex mille mutationibus, quæ in nostris organis multoties fiunt, multiplicem etiam nos circa memoriam, ejusque vires, & indolem variationem experimur; Omnia a præsenti fibrarum statu, quo rem memoriæ mandare volumus, omnino pendent.

188. Memoriæ difficultas facilitatem tenacitate compensat: est dicere, facilis memoria plerumque est parum tenax; difficilis autem tenacitatem plerumque habet. Duræ fibræ, tamquam dura metalla, sigillum difficulter recipiunt, receptum diutius servant: molliores facile acceptum facile amittunt. Temperamenti etiam mutatione non raro fit, ut molliores fibræ durescant,

duræ mollescant; tum vero memoria facilis, sed parum tenax, in difficilem, sed tenacem degenerat, & vice versa.

189. Hinc etiam intelligimus, quare facile semper memoria retineamus, quæ pueri edidicimus, non vero illa, quæ vel grandiores, vel flexu ætatis menti commendamus. Priora tenellis fibris mandata profundius imprimuntur; eaque durescentes sensim fibræ servant semper: posteriora vero duriori jam organo commissa levissime imprimuntur; unde facile obliterantur.

190. Multi tamen pueri, mulieres, juvenes, inquies, memoriam habent, vel difficilem, quin fit tenax, vel infidelem; nihilominus eorum fibræ sunt molliores. Respondeo; ejusmodi vitium ex multiplici caussa esse posse: cujusmodi sunt nimius humor, mollities, teneritudo, & similia: quæ, cum nimiæ sunt, imagines obliterant. Analogiam habes in cera nondum consistente, aut nimio humore offusa, aut imbibita: imprime enim vero in madenti luto imaginem, & per illud aquam effluere permitte: imaginem cito obliterari animadvertes.

Memoria facilis, & tenax.

191. Aliquæ sunt materiæ, quæ, & molles sunt, facillimeque cedunt, & adeo tenaces, ut difficile rumpantur, ut omnes agnoscimus; si cerebri fibræ eam habeant texturam; sigilla facile accipient ob mollitiem, diutissime conservabunt ob tenacitatem. Hic igitur erit organi status in iis hominibus (raris iis quidem), qui & facile edilcunt, & diutissime retinent. In iis vero omnibus infiniti pene sunt differentiæ gradus: & hinc infinita etiam pene est memoriæ in hominibus varietas. Unde tamen est, quod rari inveniantur homines, qui & facilem, & valde tenacem habeant memoriam? Respondeo: quia raro hæc quatuor ad prædictam memoriam requisita, conjunguntur, justa nimirum mollities, modica tenacitas, firma subtilitas, & apta flexibilitas. Aliquod ex iis habere, commune, & facile est omnia insimul, rarissimum.

192. Morbo aliquando fit, ut memoria penitus deleatur, resque omnes memoriæ olim mandatæ, repente, vel ad tempus, vel omnino obliterentur. Utrumque ob factam in fibris ex morbi efficacia mutationem eve-

evenit: multiplicique ratione utraque illa metamorphosis fieri potest: v. g. si morbi caussa, humore aliquo tenaci, aut viscoso fibræ omnes impressaque in iis rerum vestigia obducantur, quin tamen penitus eradantur; repente rerum omnium memoria amittitur: temporis tamen fluxu humore illo paulatim percolato, exhalato, & dissipato, sepulta vestigia iterum liberari incipiunt, atque amissa memoria recuperari.

193. Si fibræ plus justo distendantur, ita ut ejusmodi mutatio non in extima tantum superficie, sed in ipsis etiam internis fibrarum partibus fiat, & permaneat; damnum erit irreparabile. Rude habemus exemplum in linea tela artificiosis plicaturis crispata, quæ si nimium extendatur, & ita extensa permaneat, in pristinum statum numquam restituitur.

Memoriæ tarditas, felicitas.

194. Unde tamen est, quod aliqui memoriæ mandata celeriter, alii autem non nisi tarde percurrant? Respondeo: Primum ex lubrica flexibilitate fibrarum posse esse video: secundum ex duritie, atque asperitate: clare enim concipimus, facile, & celeriter per primas, tarde vero per secundas modificationem transferri, seu ab uno ad aliud vestigium transmitti. Modica etiam rigiditas sine asperitate celeritatem, diffusionis plurimum juvat. Omnia hæc in rebus, corporibus, & machinis sensibilibus quotidie observamus. Memoriæ felicitas, facilitatem, & tenacitatem complectitur: estque facilitas discendi, tenacitas servandi, in eodem homine conjunctæ. Hæc vero ex iisdem sunt caussis conjunctæ, atque divisæ.

Felix memoria, & judicium.

195. Quæritur tamen impræsentiarum, quale nam sit principium, & caussa raræ inter felicem memoriam, & judicium conjunctionis, & communis dissidii? Longa, & quotidiana experientia compertum est, raro inter se magnum judicium, cum magna item memoria reperiri conjuncta. Quin immo a veritate raro etiam abludit antiquum illud *Annæi Senecæ dictum, nullum magnum ingenium sine specie dementiæ.*

Respondeo: Ex organico machinamento fibrarum

 hu-

hucusque exposito sem non ineleganter deduci posse. Ad judicium sequentia præter alia opus sunt, phantasmatum ubertas, & ab aliis ad alias non admodum velox transitus: fibræ delicatiores, subtilissimæ, ut tenuissimas etiam rerum modificationes, & motus (crassis fibris non imprimendos, neque ab iis transmittendos) accipiant, & transmittant. Opus deinde est, mentem ad plurima attendere, circumspicere, considerare, examinare, cum aliquid memoria suggerit, circa quod agere aliquid oporteat.

196. Quod hæc omnia ad judicium, & prudentem mentem opus sint, facile patet: *primum*; quia si rerum phantasmatum penuria sensus laboret; ideam unam cum aliis comparare, ad alias similes, aut dissimiles referre, examinare, circumstantia discutere, rei ipsius connexiones introspicere non possumus: deficientibus siquidem phantasmatibus, deficiunt ideæ, & cognitiones rerum: singula autem hæc esse ad prudentiam, hoc est, ad judicium necessaria, seu potius judicium in hisce magna ex parte consistere, res est plane indubia.

Secundum: Si in serie, & linea phantasmatum transitus, & excitatio ab uno ad sequentia celerrime fiat; motus, & excitatio ad transversas fibras, & connexarum rerum phantasmata non communicatur: hinc mens velocissime transvolat quin ad alia reflectat, aut in una, eademque idea parumper sistat; id autem est, rerum precipitanter recordari, cogitare, agere.

Tertium: Nisi fibræ sint delicatæ, subtiles &c., sed crassæ, rudes, asperæ; erunt magnopere inertes, parum mobiles; cum igitur in nostris animæ functionibus, dum in corpore existit, non sit sensus sine motu, & ex sensu sequatur cognitio, seu perceptio; adeo ut motus, & sensus semper sint conjuncti; ejus hominis mens, cujus fibræ sint valde ad motum inertes, sensum etiam habebit inertem, ingenium hebes & in rerum superficie hærebit: hinc vero non tantum imprudentia, verum etiam stupiditas.

Quartum tandem per se patet, atque ab omnibus admittitur: quæ enim animi prudentia, qui res mature non examinet, cum aliis conferat, atque ab omni parte perpendat.

197. Hisce positis (quæ obscura non sunt), solvi poterit quæstio in hunc modum. Ad felicem memoriam

opus

opus est, ut superius diximus, quod fibræ sint faciles, parum impeditæ; rariores sint transversæ fibræ, directas secantes, ac proinde longiora, & explicatiora illa segmenta, quæ inter transversas interponuntur: at quo longiora, & explicatiora hæc fuerint segmenta velocior fit specierum excitatio, objectorum recordatio: minus igitur mens detinetur, atque ad circumstantia phantasmata (quæ etiam parum aut nihil excitantur) parum attendit: reflexioni igitur non datur locus, neque circumstantia rerum connexarum phantasmata discutiuntur: & tandem res ipsæ cum principali, cujus vestigia mens sequitur, connexæ, neque examinantur, neque in mentem veniunt: mens ergo præcipitanter agit: parum igitur prudentis judicii cum felici illa memoria conjungitur.

Mentis prudentia, Fatuitas, Stupiditas.

198. Ex his etiam non ineleganter explicari posse videtur, quid Physicum requiratur ad prudentiam, ad ingenium, ad dementiam, ad stupiditatem. Si fibræ ita sint constructæ, atque dispositæ, ut phantasmatum excitatio per illas neque justo velocius, neque tardius, quam par est, transmittatur, atque una simul sese propagando laterales fibras, impressaque in iis phantasmata modice excitet, & rerum ideas in mentem revocet; animam in cerebro, & organo ita constructo commorantem prudenter acturam apparet.

199. Si, fibra una, seu phantasmate excitato, hoc est, re quadam in mentem subeunte, transversæ illico fibræ, seu similia phantasmata excitentur, ita ut respondentes ideas in mente excitent; is mihi erit homo ingenio promptus, & rem facile comprehendens. Quod si fibræ non nisi tarde, & debiliter excitentur, atque phantasmatum excitatio lente procedat, & laterales fibras parum, aut nihil vel etiam tarde excitet; physicus hebetis ingenii character mihi esse videtur.

200. Si cerebrum, fibræ, seu organum eam habeant temperiem, sintque ita alterata, & impedita, ut ab uno ad sequentia gradatim phantasmata excitatio non communicetur, & ordine propagetur; sed excitato hac in parte uno phantasmate, alia diversarum, dissimiliumque rerum phantasmata in partibus cerebri omnino disjunctis simul, aut consequenter excitentur, & quasi

quasi fulgurent; fatui hominis cerebrum existet. Analogiam habemus in atra nube fulgurante, vel etiam in aqua jam jam fervori proxima, atque una simul disjunctis in locis micanti. Hujusmodi autem analogia, atque explicandi ratio eo est veritati conformior; quod cerebri nimius calor ad dementiam disponat, omnesque furiosi, & amentes nimio plerumque cerebri fervore laborent. Hæc omnia, ut probabiles saltem, mechanicas, & elegantes hypotheses mechanicarum caussarum analogiæ conformes, velim accipias, tamdiu tenenda, quamdiu meliora non occurrant.

Ebrietas; Deliquium.

201. Tandem, ut uberrimum argumentum breviter pertractatum absolvamus, Ebrietas, & Deliquium sunt quædam somni, & stupiditatis species: ut ex effectuum analogia, & similitudine apparet: ex similibus igitur caussis, similique, aut eodem agendi modo nascuntur. Deliquium aliud non est, quam temporarius, & brevis mentis sopor a noxio vapore, motu, aut affectione cerebrum obducente, perturbante, impediente. Ebrietas autem est diuturnius deliquium majori ut plurimum gravedine cerebrum impediens. Satis igitur erit expositas superius somni caussas relegere.

Delirare, Dementia circa aliquod tantum objectum.

202. Delirium est temporaria, & brevis dementia; eamdemque ergo habet caussam, atque hæc posterior; brevi tamen dissipatur, evanescit, & cerebrum relinquit liberum; [illegible] & parum tenax, & parum copiosa causa est; neque perennem, unde semper elevetur, scaturiginem habet; nullamque præterea in organi dispositione perturbationem, aut alterationem constanter efficit, vel supponit.

203. Sunt tamen aliqui, qui circa unum tantum objectum delirant, & semper insaniunt, quotiescumque de eodem objecto sermo incidat, aut ipsimet cogitent: de omnibus aliis prudenter & sana mente ratiocinantur. In hujusmodi hominum cerebro fibram aliquam (cui prædicti objecti phantasmata fuerunt mandata) male sanam, intemperie aliqua laborantem,

aut

aut aliquo ex iis modis affectam, quos supra pro dementiæ caussa exposui, inesse existimo; dum interim omnes aliæ organi fibræ bene omnino se habent: hinc enim peculiaris illa circa singulare objectum, aut argumentum dementia, & prudens circa omnia alia judicium.

Lucida intervalla.

204. In insanis iis hominibus, qui lucida habent intervalla, febres quasdam intermittentes mentales considero, eorumque cerebrum simili fere modo affectum, atque intermittentibus febribus laborantium humores existunt: eo igitur humore dissipato, cerebrum erit omnino liberum, mensque lucido intervallo sana. Ab hisce disce alia: omnia enim hæc (ut jam dixi), & innumeræ aliæ mentis affectiones, passiones, varietas, discrimina a mechanica cerebri dispositione, & statu pendent: cum quotidie, & passim videamus, unum, eumdemque hominem modo somno indulgentem, modo vigilem, ebrium, iracundum, insanum, cordatum, aliquando hebetem, postea ingeniosum; milleque aliis mentis modis a se ipso diversum. In eo autem una semper, eademque est anima: omnes igitur illi status, affectiones, passiones, & metamorphoses a materiali cerebri temperamento, statu, & affectionibus consequuntur. Eorum omnium caussa (supposita semper anima intelligente) in temperie, dispositione, & modificationibus quærenda est.

LECTIO IV.

De Primo, & universali externo animæ sensu, nimirum.

De

Tactu, & una insimul de Gustu, & Olfactu.

205. TRia ad explicandum proposita, omnesque generatim animæ perceptiones, externos sensus vulgo nuncupatos, ab humani corporis anatomia, cæterisque per totam hanc Physicam Viventium expo-

expositis facile deducemus. Sensus, seu sentientis animæ functiones a solo organorum in id rei inservientium situ *interni*, aut *externi* dicuntur. Externi hice sensus vulgo numerantur quinque, *Tactus*, *Gustus*, *Olfactus*, *Visus*, *Auditus*. Omnia corpora externa, quæ sentimus, tangendo, olfaciendo, gustando, videndo, audiendo percipimus: nullaque alia nobis suppetit in præsenti, quo vivimus, statu ad materialia objecta cognoscendum ratio.

206. Ut recte hæc omnia intelligantur, in mentem revocandum est 1. Quo in loco anima nostra existat. 2. Quo pacto ab animæ sede omnia sensuum organa deriventur, ut modum intelligamus, quo remota objecta animæ nostræ in interna capitis parte, & occulta quasi specula existenti, atque invigilanti sese exhibeant. 3. Examinandæ præterea sunt externorum objectorum in corpus nostrum actiones, atque impressiones: externorum organorum sensuum dispositio, atque cum cerebro ipso continuata connexio. Iis omnibus rite intellectis, posita insuper animam inter, & corpus commercii ratione, nullo negotio sensus omnes externos percipiemus.

207. Commercium inter animam, & corpus in metaphysica disputavimus, modo ponimus animam in cerebro existere; quo pacto a cerebro deriventur, atque propagentur nervi, & per totum corpus, corporisque cutem dispergantur, superius exposuimus. Aliud non superest, nisi peculiaria sensuum externorum organa exponere, objectorum actiones in organis factas explicare, atque earumdemmet actionum, & impressionum ab externis sensuum organis, extremaque corporis cute ad cerebrum usque communicationem expendere, ut totum hoc argumentum absolvamus. Peculiari organorum sensuum descriptione in proprium singulis locum omissa, a *Tactu*, qui universalis sensus est, atque jure merito appellatur, incipiamus. Tactus & physicum corporum contactum, per se omnibus notum, & animæ sensum significat. Secundo modo generatim acceptus, est *animæ perceptio circa externa objecta per contactum habita*. Hoc modo usurpatus est sensus universalis, & omnes alios sensus comprehendit: visio, auditio, olfactus, gustus sunt veri, & proprii tactus: eorumque sensuum objectorum actiones in propria singulorum organa nihil sunt aliud quam

quam veræ impulsiones, & contactus materiales, ut deinceps luculentissime probabitur. Hoc unum inter quatuor illos sensus, ut universalem *Tactum* discrimen intercedit, quod sensus reliqui sint peculiares tactus, hoc est, peculiarium objectorum actiones, & perceptiones in anima per peculiaria organa acceptæ: *Tactus* vero universalis sit omnium, & quorumcumque objectorum sensibilium perceptio in anima excitata, & per organa quæcumque medio contactu acquisita.

208. Tactus igitur, prout a reliquis sensibus distinguitur, est *quorumcumque externorum corporum habita in anima perceptio ope contactus acquisita; si aliorum sensuum objecta excipiamus*. Ita acceptus a reliquis sensibus, sicuti hi etiam inter se, secundum objectum, & organum distinguitur. Aliis sensibus singularia sunt objecta, peculiaria, & delicatiora organa. Tactus ad corpora quæcumque extenditur: per totam extimam superficiem corporis exercetur: immo totum corpus, oculos etiam, aures, palatum, nasi interiora comprehendit: in quamcumque enim cutis nostræ partem externa, & sensibilia corpora impingant, ab anima percipiuntur. Integrum corpus duplex, vel, si mavis, triplex contegit membrana. Prima, & exterior est cuticula, quæ totum corpus circumquaque complectitur, atque vestit. Hæc tunica non est sensu prædita; aliam tamen subter extensam membranam, atque totum corpus, tamquam naturale tegmen ab externorum corporum injuriis tuetur. Alia, quæ subter excurrit, membrana, cutis vulgo dicta, ex duabus est composita; vel in duplicem tunicam distinguitur. Prior, ceu naturale indusium cuticulæ proxima alteram sui partem, vel tertium tegumentum & membranam, *reticulum* dictam, cooperit. Postrema hæc membranæ pars, aut membrana ab innumeris, implicatissimis, & subtilissimis nervorum ramulis composita, confertissimis insuper, & fere infinitis papillis nerveis superius jam descriptis intertexta, est proprium *Tactus* organum, ut innumeris observationibus, & quotidianis experimentis edocemur.

209. Prima enim cutis, ut dixi, omni sensu caret: eam educimus, separamus, rumpimus, varie tractamus, atque torquemus, citra ullum doloris, aut alterius cujuscumque nominis sensum: ubi vero primam tuni-

tunicam extrahimus : ita ut reticulum nervorum, ejusque papillæ denudentur ; ad levissimum etiam contactum intolerabilem sentimus dolorem. Id enim vero omnes experimur, cum ungues plusquam oporteat, resecamus; inter ungues enim, & carnem, seu cutem compositam non interjacet cuticula : resecto igitur ungue, manet omnino denudata, & externi aeris, cæterorumque corporum incursionibus exposita a. Si per ustionem, macerationem, aut alia quacumque ratione prædictæ papillæ, & reticularis membrana destruatur, omnis tactus sensus ea in parte perit, ubi facta est destructio : quantumvis exterior cuticula & reliquæ partes maneant illæsæ.

210. Licet vero totum illud nervorum reticulum sit proprium tactus organum ; illæ tamen nervorum papillæ, eorum medullæ productio, sensum habent delicatissimum. Hinc licet generatim per totam corporis superficiem sensus existat, cum corpus circumquaque vestiat cutis ; sunt tamen aliquæ corporis partes acutiori tactu præditæ : quia papillarum numerum longe majorem habent. Hujusmodi sunt digitorum extremitates, quibus potissimum, corpora contrectamus : illæ etiam partes, membra, & homines delicatiorem habent tactus sensum, qui subtiliorem habent epidermidem : ad eum modum, quo minus manus nostræ a frigore patiuntur, si chyrothecis vestiantur : eoque minus ab externis offendimur, quo duriori, crassiorique tegumento operimur. Qui in manu vix sensibilis est calor, aut frigus, in interioribus aliquando partibus vix est tolerabilis. De aliquibus fabris ferrariis Lodiensibus refert *Haller*, quod callosas adeo habeant manus, ut fusum etiam ferrum per eorum manuum volas fluere permittant, illudque in volis agitent citra ullum doloris sensum : licet interea ambustam manum fumare, & fætere videant, atque odore sentiant. Quod si a callosis hujusmodi manibus, aut aliis quibuscumque corporis partibus detrahatur cuticula ; ita ut reticulum detegatur ; a levissimo etiam corporis contactu dolor est intolerabilis.

211. Tactu percipit, seu elicit anima sensum doloris, pruriginis, calidi, frigidi, humidi, sicci, & alios similes. Cum omnis tactus sit corporum sese contingentium resistentia ; quamdiu corpora leniter contrectamus ; suavis, & grata prurigo excitatur : aucta resisten-

tentia, & contrectatione, in dolorem abit pruritus; hoc est gratissimus in molestissimum sensum: adeo parum inter se distant gaudium, titillatio, voluptas, atque molestia, dolor, vulnus, mors! Omnes scilicet sensus animæ de rebus sensibilibus sunt de genere dolorum: omnesque eorumdem objectorum in corpus nostrum agentium actiones sunt veri ictus: est dicere; omnis sensus v. g. gaudium, pruritus &c., si augeatur, fit dolor; omnis dolor si diminuatur, fit gaudium: corpora vero eatenus sentimus, quatenus ipsa nos percutiunt, feriunt: leve tamen vulnus est gaudium; gaudium intensum, est dolor.

212. Tactu igitur percipit anima omnes mutationes in humani corporis cute a corporibus externis factas. Diversæ vero mutationes, seu modificationes in tactus organo factæ diversos etiam in anima sensus excitant. Mutatio, seu modificatio variari potest secundum intensitatem: ita ut aliquando intendatur, aliquando vero remittatur ejusdem objecti in corpus nostrum actio. Natura etiam, & modo differre inter se possunt. Primum fiet; si calidi, frigidi, aut humidi corporis in nos actiones intendantur, & remittantur; secundum si a duobus corporibus v.g. duro, & fluido contingamur.

213. Singulæ hæ actiones, & modificationes, atque actionum, & modificationum discrimina per nervos, atque vitales spiritus ad animam usque in oculi ictu transmittuntur. Nervi sensuum sunt corpora continua per totum corpus, corporisque superficiem propagati: res autem est, experimentis, & quotidianis observationibus notissima, quod per corpus continuum modificatio, seu impressio in una illius extremitate facta ad aliam extremitatem eodem temporis momento transeat, atque sentiatur. Spiritus etiam secundum electricitatis indolem, tamquam fulgura, ab extrema cute ad cerebrum & vicissim sese, aut actionem suam transfundunt. Anima igitur in cerebro existens spectari potest tamquam in centro posita, in quo innumeri radii continui seu baculi, vel potius chordæ tensæ coeunt, actionesque per eos transmissæ confluunt. Si baculos ex quacumque parte ferias, impellas, percutias, vel chordas quacumque ex parte laxes, aut distendas; impulsiones baculorum, deductiones, tensiones, aut remissiones chordarum eodemmet

demmet tempore in una, atque in alia extremitate sese exerent. Idem fiet, si spiritus aliqui, aut actiones per hujusmodi chordas, seu tubos, tamquam fulgura, citissime hinc inde transvolent.

214. Baculi autem, & chordæ sunt innumeri illi nervorum rami, qui a cerebro, per totum corpus disperguntur: actiones, aut fluidum fulgurans sunt spiritus animales superius asserti. Manifestum vero est, per easdem chordas, per idem fluidum infinitam pene ictuum varietatem transmitti posse, ut late explicabimus, cum naturam, & propagationem soni exponemus. Habes igitur rationem, & modum, quo externorum corporum actiones ad cerebrum usque, & ad animam transmittantur.

215. Fiet tamen hujusmodi transmissio per spiritus vitales solummodo, an per ipsam nervorum substantiam, an potius per utrumque simul corpus continuum? Hoc primo constat, arescentibus, exsiccatis, aut læsis alia ratione nervis, sensum iis respondentem deficere. Qui aperto ore dormiunt, atque exsiccatis faucibus, & lingua expergiscuntur, nullum saporem percipiunt, quamdiu lingua iterum non madescat. 2. Spirituum animalium fluxu, aut actione per nervos impedita deficit illico sensus. 3. In pluribus membris hebetatur, languescit, perit sensus omnis; licet ea membra maneant integra: nullaque in eorum nervis, seu cute facta fuerit destructio, contusio, cicatrix. Quare id phænomenon ex eo provenire videtur, quod fluxus spirituum ad stupida membra desideretur, & interrumpatur. Equidem membra, quæ sensum amittunt, frigescunt: quod argumento est satis manifesto, alio tunc temporis spiritus animales derivari: deinde ubi magna est cutis contusio, deficit sensus, quin deficiant nervi, nervorumque ad cerebrum usque continuatio.

216. Quare ego crediderim, neque spiritus animales sine nervis, neque nervos sine spiritibus animalibus ad sensum sufficere: utrumque ad objectorum impressiones ad animam usque deferendas esse aptissimum, atque naturale instrumentum. Spirituum tamen animalium præcipuas esse in re hujusmodi partes, luculenter confirmant de iis superius disputata. Omnis igitur sensus animæ duo potissimum complectitur, externam corporis actionem, & actum animæ in ea ab impres-

pressione corporum excitatum. Illa corporum actio externa est sensus extra animam, hoc est, improprius, & veri potius sensus causa excitans, quam verum esse: sensus in anima, hoc est, verus, proprius, est purus actus animæ: sensus ergo extra animam, licet in nostro etiam corpore considerentur, nihil sunt, nisi motus in corpore nostro excitati; hoc est, puri motus: sensus in anima, seu proprii sunt actus ab anima eliciti, in anima ipsa excitati, o illam commercii inter animam, & corpus legem a Deo stabilitam. Dolor igitur, gaudium, pruritus &c. sunt totidem animæ sentientis actus.

§. II.

Saporis, *atque Odoris Sensus:*

Eorumque Organa, & *objecta*. *Definitio*.

217. Corpus *sapidum* est, quod linguam ita afficit, ut eum sensum anima percipiat, aut eliciat, quem *saporem*, seu *saporis perceptionem* appellamus. Reliqua corpora, quæ prædictum in nobis sensum non efficiunt, dicuntur *insipida*. Odora similiter corpora nuncupantur illa, quæ per se ipsa, aut per particularum suarum effluvia narium fibras vellicant, & odorum sensum, ac perceptionem in anima excitant.

Saporis, & *odoris organa*.

218. Corpora *sapida*, & *odora* sunt peculiaria duorum sensuum objecta, quæ peculiaribus organis, lingua scilicet, & naribus agunt, actionemque ad cerebrum usque transmittunt. Lingua est corpus musculosum innumeris fere fibrarum ramulis intertextum, atque implicatissimæ retis instar constructum, quorum beneficio in omnes partes mira facilitate flectitur, atque movetur. Duplici tunica circumvestitur: quarum prima exterior, & satis tenax, *epidermis* locum habet, & munera præstat. Sub epidermi crassior alia, & magis viscosa extenditur membrana ad instar clibani perforata. Tertium deinde occurrit corpus a tunica secunda circumvestitum, quod *papillare corpus*, seu membranam appellant, propterea quod multipli-

cibus

cibus scateat papillis: quæ per secundæ tunicæ foramina productæ, ad externæ membranæ superficiem desinunt. Plurimis foraminibus hiant huiusmodi papillæ: quorum fundum intertexunt subtilissimi nervorum rami. Tres præterea earum species observantur, magnitudine potissimum inter se diversæ. Ampliores, seu primæ speciei ad linguæ radices, & basim, atque etiam in apicis lateribus maxime inveniuntur. Secundæ ad radices laterum linguæ inferius dispositæ sunt, & nerveas propagines ex se emittunt. Circa maiores hasce papillas aliæ visuntur minutissimæ, a quibus priores duæ species circumdantur.

219. Animadverti præterea debent in lingua, atque a papillis distingui glandulæ salivales, quæ per linguæ basim, radices, & palatum numerosæ existunt: ad idque potissimum inserviunt, ut arterias, & venas per medias glandulas transeuntes ope nervulorum constringentes salivam ex iis per vasa lymphatica extrahant, illamque partim in se imbibitam retineant, partim per linguam, palatum, & os, tamquam menstruum ad ciborum masticationem, & digestionem necessarium distribuant. Defertur autem saliva in totum oris cavum per *ductus salivales*, qui per os multiplici ratione, directione, & numero distenduntur.

§. III.

220. Circa narium structuram id solum impræsentiarum annotabimus, eas interius subtili quadam, tenuissima, & delicatissimi sensus membrana circumvestiri, in quam plurimi tenuissimi nervorum ramusculi, etiam desinunt, eamque magna ex parte intexunt. Delicatissima illa tunica scrupulose examinata nihil est aliud, quam mirabile, & subtilissimum reticulum; quod tenuissimi nervorum, & utriusque meningis fibræ per mille cribriformis ossis ductus a cerebro, & a spina derivati componunt. Delicatissimum hoc reticulum omnes interiores anfractus narium, qui plures sunt, obducit, ut ubique odorum actionem accipere valeant, & ad cerebrum usque transmittere. Exactiorem linguæ, & narium descriptionem Anatomicis relinquimus.

PRO-

PROPOSITIO XIII.

221. *Peculiare saporum organum sunt linguæ papillæ nuper expositæ.*

Propositio ex eo patet, quod sales, aut alia quæcumque corpora sapida ad eas linguæ partes applicata, in quibus prædictæ papillæ non deprehenduntur, nullum saporem excitant: maxime vero, si ad papillas applicentur, & dissolvantur, ut ex *Laurentii Bellini* (*a*) *Boerhaavii* (*b*) & aliorum observationibus constat. 2. Eæ linguæ papillæ, earumque fundus delicatissimum habent sensum ob tenuissimos nervorum ramulos, qui sunt omnium sensuum organa. 3. Aliæ nullæ in lingua deteguntur partes, in quibus factæ a saporibus impressiones apte recipi, sentiri, & ad cerebrum, & animam derivari possint, præter supradictas papillas ramulis nervorum intertextas.

Non tota nihilominus lingua, neque palatum, aut omnes universim papillæ iis in partibus existentes saporis organum sunt. Palato nullum saporis sensum percipimus, contra ac existimat, & loquitur vulgus: frigidi quidem & calidi, aliarumque qualitatum actiones; aut sensum illic elicimus: nullum tamen saporem. Linguæ tantummodo apices, & partes prope apicem existentes, & quæ in iis sunt nervorum papillæ saporis organum habentur.

PROPOSITIO XIV.

222. *Caussa sensus saporis, animæ per saporem sentientis objectum, verusque proinde sapor in corporibus extra animam sunt salium particulæ: corpusque idcirco sapidum est, quod salibus abundat, hoc est, particulis spiculatis aliquantulum rigidis, & subtilibus, quæ per linguæ papillas se se insinuant.*

Propositionem experimenta, ratio, humani corporis mechanica dispositio confirmant. Sales a corporibus

 qui-

(a) *Laurentii Bellini opera medica de lingua.*
(b) *Boherhaavii prælect.* n. 487. *&c.*

quibuscumque sapidis si extrahas; remanent insipida: sales iterum restitutae erunt iterum sapida. Salium enim vero partes figura quidem spiculatæ, magnitudine subtiles, indole vero rigidæ, & facilis solutionis capaces, diverso modo agitatæ, aptissimæ sunt ad sensum excitandum, nervosque, & animam ita afficiendam, ut & sapores, & saporum discrimina sentiat, & percipiat. Corpus enim sapidum ori immissum, dum interim dentibus atteritur, & masticatur, linguæ etiam agitatione solvitur in pulmentum, & in tenues particulas redigitur: particulæ congruenti subtilitate, & figura præditæ, motuque vario agitatæ per linguæ poros se se insinuant, papillas ingrediuntur, fibras, & delicatissimos nervorum ramos vellicant, agitant, pungunt, radunt, multiplicique alia ratione afficiunt, leniter, suaviter, blande, fortiter, aspere. Ejusmodi modificationes per nervorum truncos ad cerebrum, & animam deferuntur. Hæc vero, quæ diximus, sunt sapores extra animam, hoc est saporum caussa. Sapores enim intra animam sunt perceptio, quæ in anima ipsa elicitur, & explicatur, posita actione, quam supradictæ particulæ in linguam exercent: perceptio igitur illa, & sensus gratus, aut ingratus, suavis, aut insuavis, dulcis, aut amarus, quem in nobismet ipsis experimur, & sentimus, dum manducamus, aut bibimus, sunt sapores intra animam a materialibus illis, & mechanicis particularum affectionibus, atque actionibus in lingua originem ducentes, seu potius excitati: quorum ne ideam quidem iis exponere possemus, qui saporis sensum non haberent. Hinc sequentia corollaria, & phænomena sponte deducuntur, & facile explicantur.

COROLLARIUM I.

223. Ea igitur corpora erunt insipida, quorum particulæ fuerint crassiores, aut admodum duræ, solutioni ineptæ, quæ idcirco in papillas ingredi nequeant, aut satis non afficiant: seu, quod in idem recidit, quæ salium particulis aut non sint prædita, aut illas solvi, atque agere non permittant. Ejusmodi sunt aer, aqua pura, lapides, metalla, & alia quam plurima; eæ enim particulæ non apte dissolvuntur in ore, papillas, & linguæ poros non penetrant,

aut

aut tandem nervorum fibras non satis vellicant, etsi in illa se se insinuent: unde nulla in animam impressio, & affectio derivatur. Experimento sane comperimus, corpora quæcumque linguæ imposita nullum in nobis saporem excitare, quamdiu non masticantur, aut solvuntur, in minutissimas particulas rediguntur, linguam, & papillas penetrant, nervos pungunt, vellicant. Si corpora non dissolvantur; in partes subtiles non rediguntur: nisi partes sint subtiles; po[illegible], & papillas non penetrant nisi agitentur, & mo[illegible]tur; per linguæ, & papillarum foramina non i[illegible]eluntur, aut intrant: nisi aculeatæ sint, fibr[illegible] non pungunt: non rigidæ, facillime flectuntur, plic[illegible]tur, & linguam non satis vellicant.

COROLLARIUM II.

224. Hinc est, quod lingua aliquo ex subjectis vitiis laborante, sit v. g. nimis arida, copiosiori saliva abundet, illius, & papillarum pori, & foramina obstruantur, callescat, aut induretur, dolore aliquo, aut vitio laboret; nullus ab anima percipitur sapor. Deficiente saliva ad particularum dissolutionem necessaria, non dissolvuntur partes: si copiosior existat, papillis, earumque foraminibus obstructis, sapidarum particularum hebetatur actio. In tertia hypothesi per linguæ papillarum foramina penetrare non possunt particulæ, & fibras pungere: in quarta sapidis particulis insensibile erit saporis organum. In quinta demum major doloris, & vitiosi morbi sensus, & perceptio vividior languidiorum saporum actionem percipi ab anima non permittit.

COROLLARIUM III.

225. Ex varia pororum linguæ magnitudine, & figura, papillarum textura, fibrarum subtilitate, teneritudine, & pluribus aliis de caussis varius omnino est in diversis hominibus, immo & in eodem pro diversis temporibus saporis sensus. Aliis magis placet dulce, aut pingue, alii delectantur acerbo: & ita de aliis saporibus. Quin immo quicumque nostrum alio tempore acerbum, acre, salsum, alio dulce, pingue appetit, quorum omnium ratio ex indicatis modo

 causis

hucusque exposito rem non ineleganter deduci posse. Ad judicium sequentia præter alia opus sunt, phantasmatum ubertas, & ab aliis ad alias non admodum velox transitus: fibræ delicatiores, subtilissimæ, ut tenuissimas etiam rerum modificationes, & motus (crassis fibris non imprimendos, neque ab iis transmittendos) accipiant, & transmittant. Opus deinde est, mentem ad plurima attendere, circumspicere, considerare, examinare, cum aliquid memoria suggerit, circa quod agere aliquid oporteat.

196. Quod hæc omnia ad judicium, & prudentem mentem opus sint, facile patet: *primum*; quia si rerum phantasmatum penuria sensus laboret; ideam unam cum aliis comparare, ad alias similes, aut dissimiles referre, examinare, circumstantia discutere, rei ipsius connexiones introspicere non possumus: deficientibus siquidem phantasmatibus, deficiunt ideæ, & cognitiones rerum: singula autem hæc esse ad prudentiam, hoc est, ad judicium necessaria, seu potius judicium in hisce magna ex parte consistere, res est plane indubia.

Secundum: Si in serie, & linea phantasmatum transitus, & excitatio ab uno ad sequentia celerrime fiat; motus, & excitatio ad transversas fibras, & connexarum rerum phantasmata non communicatur; hinc mens velocissime transvolat quin ad alia reflectat, aut in una, eademque idea parumper sistat; id autem est, rerum præcipitanter recordari, cogitare, agere.

Tertium: Nisi fibræ sint delicatæ, subtiles &c., sed crassæ, rudes, asperæ; erunt magnopere inertes, parum mobiles; cum igitur in nostris animæ functionibus, dum in corpore existit, non sit sensus sine motu, & ex sensu sequatur cognitio, seu perceptio; adeo ut motus, & sensus semper sint conjuncti; ejus hominis mens, cujus fibræ sint valde ad motum inertes, sensum etiam habebit inertem, ingenium hebes & in rerum superficie hærebit: hinc vero non tantum imprudentia, verum etiam stupiditas.

Quartum tandem per se patet, atque ab omnibus admittitur; quæ enim animi prudentia, qui res mature non examinet, cum aliis conferat, atque ab omni parte perpendat.

197. Hisce positis (quæ obscura non sunt), solvi poterit quæstio in hunc modum. Ad felicem memoriam

opus

opus est, ut superius diximus, quod fibræ sint faciles, parum impeditæ, rariores sint transversæ fibræ, directas secantes, ac proinde longiora, & explicatiora illa segmenta, quæ inter transversas interponuntur: at quo longiora, & explicatiora hæc fuerint segmenta velocior fit specierum excitatio, objectorum recordatio: minus igitur mens detinetur, atque ad circumstantia phantasmata (quæ etiam parum aut nihil excitantur) parum attendit: reflexioni igitur non datur locus, neque circumstantia rerum connexarum phantasmata discutiuntur: & tandem res ipsæ cum principali, cujus vestigia mens sequitur, connexæ, neque examinantur, neque in mentem veniunt: mens ergo præcipitanter agit: parum igitur prudentis judicii cum felici illa memoria conjungitur.

Mentis prudentia, Fatuitas, Stupiditas.

198. Ex his etiam non ineleganter explicari posse videtur, quid Physicum requiratur ad prudentiam, ad ingenium, ad dementiam, ad stupiditatem. Si fibræ ita sint constructæ, atque dispositæ, ut phantasmatum excitatio per illas neque justo velocius, neque tardius, quam par est, transmittatur, atque una simul sese propagando laterales fibras, impressaque in iis phantasmata modice excitet, & rerum ideas in mentem revocet; animam in cerebro, & organo ita constructo commorantem prudenter acturam apparet.

199. Si, fibra una, seu phantasmate excitato, hoc est, re quadam in mentem subeunte, transversæ illico fibræ, seu similia phantasmata excitentur, ita ut respondentes ideas in mente excitent; is mihi erit homo ingenio promptus, & rem facile comprehendens. Quod si fibræ non nisi tarde, & debiliter excitentur, atque phantasmatum excitatio lente procedat, & laterales fibras parum, aut nihil vel etiam tarde excitet; physicus hebetis ingenii character mihi esse videtur.

200. Si cerebrum, fibræ, seu organum eam habeant temperiem, sintque ita alterata, & impedita, ut ab uno ad sequentia gradatim phantasmata excitatio non communicetur, & ordine propagetur; sed excitato hac in parte uno phantasmate, alia diversarum, dissimiliumque rerum phantasmata in partibus cerebri omnino disjunctis simul, aut consequenter excitentur, &

quasi fulgurent; satui hominis cerebrum existet. Analogiam habemus in atra nube fulgurante, vel etiam in aqua jam jam fervori proxima, atque una simul disjunctis in locis micanti. Hujusmodi autem analogia, atque explicandi ratio eo est veritati conformior; quod cerebri nimius calor ad dementiam disponat, omnesque furiosi, & amentes nimio plerumque cerebri fervore laborent. Hæc omnia, ut probabiles saltem, mechanicas, & elegantes hypotheses mechanicarum caussarum analogiæ conformes, velim accipias, tamdiu tenenda, quamdiu meliora non occurrant.

Ebrietas; Deliquium.

201. Tandem, ut uberrimum argumentum breviter pertractatum absolvamus, Ebrietas, & Deliquium sunt quædam somni, & stupiditatis species: ut ex effectuum analogia, & similitudine apparet: ex similibus igitur caussis, similique, aut eodem agendi modo nascuntur. Deliquium aliud non est, quam temporarius, & brevis mentis sopor a noxio vapore, motu, aut affectione cerebrum obducente, perturbante, impediente. Ebrietas autem est diuturnius deliquium majori ut plurimum gravedine cerebrum impediens. Satis igitur erit expositas superius somni caussas relegere.

Delirare, Dementia circa aliquod tantum objectum.

202. Delirium est temporaria, & brevis dementia; eamdemque ergo habet caussam, atque hæc posterior; brevi tamen dissipatur, evanescit, & cerebrum relinquit liberum; [illegible] ia & parum tenax, & parum copiosa causa est; neque perennem, unde semper elevetur, scaturiginem habet; nullamque præterea in organi dispositione perturbationem, aut alterationem constanter efficit, vel supponit.

203. Sunt tamen aliqui, qui circa unum tantum objectum delirant, & semper insaniunt, quotiescumque de eodem objecto sermo incidat, aut ipsimet cogitent: de omnibus aliis prudenter & sana mente ratiocinantur. In hujusmodi hominum cerebro fibram aliquam (cui prædicti objecti phantasmata fuerunt mandata) male sanam, intemperie aliqua laborantem, aut

aut aliquo ex iis modis affectam, quos supra pro dementiæ caussa exposui, inesse existimo; dum interim omnes aliæ organi fibræ bene omnino se habent: hinc enim peculiaris illa circa singulare objectum, aut argumentum dementia, & prudens circa omnia alia judicium.

Lucida intervalla.

204. In insanis iis hominibus, qui lucida habent intervalla, febres quasdam intermittentes mentales considero, eorumque cerebrum simili fere modo affectum, atque intermittentibus febribus laborantium humores existunt: eo igitur humore dissipato, cerebrum erit omnino liberum, mensque lucido intervallo sana. Ab hisce disce alia: omnia enim hæc (ut jam dixi), & innumeræ aliæ mentis affectiones, passiones, varietas, discrimina a mechanica cerebri dispositione, & statu pendent: cum quotidie, & passim videamus, unum, eumdemque hominem modo somno indulgentem, modo vigilem, ebrium, iracundum, insanum, cordatum, aliquando hebetem, postea ingeniosum; milleque aliis mentis modis a se ipso diversum. In eo autem una semper, eademque est anima: omnes igitur illi status, affectiones, passiones, & metamorphoses a materiali cerebri temperamento, statu, & affectionibus consequuntur. Eorum omnium caussa (supposita semper anima intelligente) in temperie, dispositione, & modificationibus quærenda est.

LECTIO IV.

De Primo, & universali externo animæ sensu, nimirum

De

Tactu, & una insimul de Gustu, & Olfactu.

205. TRia ad explicandum proposita, omnesque generatim animæ perceptiones, externos sensus vulgo nuncupatos, ab humani corporis anatomia, cæterisque per totam hanc Physicam Viventium expo-

expositis facile deducemus. Sensus, seu sentientis animæ functiones a solo organorum in id rei inservientium situ *interni*, aut *externi* dicuntur. Externi hice sensus vulgo numerantur quinque, *Tactus*, *Gustus*, *Olfactus*, *Visus*, *Auditus*. Omnia corpora externa, quæ sentimus, tangendo, olfaciendo, gustando, videndo, audiendo percipimus: nullaque alia nobis suppetit in præsenti, quo vivimus, statu ad materialia objecta cognoscendum ratio.

206. Ut recte hæc omnia intelligantur, in mentem revocandum est 1. Quo in loco anima nostra existat. 2. Quo pacto ab animæ sede omnia sensuum organa deriventur, ut modum intelligamus, quo remota objecta animæ nostræ in interna capitis parte, & occulta quasi specula existenti, atque invigilanti sese exhibeant. 3. Examinandæ præterea sunt externorum objectorum in corpus nostrum actiones, atque impressiones: externorum organorum sensuum dispositio, atque cum cerebro ipso continuata connexio. Iis omnibus rite intellectis, posita insuper animam inter, & corpus commercii ratione, nullo negotio sensus omnes externos percipiemus.

207. Commercium inter animam, & corpus in metaphysica disputavimus, modo ponimus animam in cerebro existere; quo pacto a cerebro deriventur, atque propagentur nervi, & per totum corpus, corporisque cutem dispergantur, superius exposuimus. Aliud non superest, nisi peculiaria sensuum externorum organa exponere, objectorum actiones in organis factas explicare, atque earumdemmet actionum, & impressionum ab externis sensuum organis, extremaque corporis cute ad cerebrum usque communicationem expendere, ut totum hoc argumentum absolvamus. Peculiari organorum sensuum descriptione in proprium singulis locum omissa, a *Tactu*, qui universalis sensus est, atque jure merito appellatur, incipiamus. Tactus & physicum corporum contactum, per se omnibus notum, & animæ sensum significat. Secundo modo generatim acceptus, est *animæ perceptio circa externa objecta per contactum habita*. Hoc modo usurpatus est sensus universalis, & omnes alios sensus comprehendit: visio, auditio, olfactus, gustus sunt veri, & proprii tactus: eorumque sensuum objectorum actiones in propria singulorum organa nihil sunt aliud

quam

quam veræ impulsiones, & contactus materiales, ut deinceps luculentissime probabitur. Hoc unum inter quatuor illos sensus, ut universalem *Tactum* discrimen intercedit, quod sensus reliqui sint peculiares tactus, hoc est, peculiarium objectorum actiones, & perceptiones in anima per peculiaria organa acceptæ: *Tactus* vero universalis sit omnium, & quorumcumque objectorum sensibilium perceptio in anima excitata, & per organa quæcumque medio contactu acquisita.

208. Tactus igitur, prout a reliquis sensibus distinguitur, est *quorumcumque externorum corporum habita in anima perceptio ope contactus acquisita, si aliorum sensuum objecta excipiamus*. Ita acceptus a reliquis sensibus, sicuti hi etiam inter se, secundum objectum, & organum distinguitur. Aliis sensibus singularia sunt objecta, peculiaria, & delicatiora organa. Tactus ad corpora quæcumque extenditur: per totam extimam superficiem corporis exercetur: immo totum corpus, oculos etiam, aures, palatum, nasi interiora comprehendit: in quamcumque enim cutis nostræ partem externa, & sensibilia corpora impingant, ab anima percipiuntur. Integrum corpus duplex, vel, si mavis, triplex contegit membrana. Prima, & exterior est cuticula, quæ totum corpus circumquaque complectitur, atque vestit. Hæc tunica non est sensu prædita; aliam tamen subter extensam membranam, atque totum corpus, tamquam naturale tegmen ab externorum corporum injuriis tuetur. Alia, quæ subter excurrit, membrana, cutis vulgo dicta, ex duabus est composita; vel in duplicem tunicam distinguitur. Prior, seu naturale indusium cuticulæ proxima alteram sui partem, vel tertium tegumentum & membranam, *reticulum* dictam, cooperit. Postrema hæc membranæ pars, aut membrana ab innumeris, implicatissimis, & subtilissimis nervorum ramulis composita, confertissimis insuper; & fere infinitis papillis nerveis superius jam descriptis intertexta, est proprium *Tactus* organum, ut innumeris observationibus, & quotidianis experimentis edocemur.

209. Prima enim cutis, ut dixi, omni sensu caret: eam educimus, separamus, rumpimus, varie tractamus, atque torquemus, citra ullum doloris, aut alterius cujuscumque nominis sensum: ubi vero primam tuni-

tunicam extrahimus : ita ut reticulum nervorum, ejusque papillæ denudentur ; ad levissimum etiam contactum intolerabilem sentimus dolorem. Id enim vero omnes experimur, cum ungues plusquam oporteat, resecamus; inter ungues enim, & carnem, seu cutem compositam non interjacet cuticula : resecto igitur ungue, manet omnino denudata, & externi aeris, cæterorumque corporum incursionibus exposita a. Si per ustionem, macerationem, aut alia quacumque ratione prædictæ papillæ, & reticularis membrana destruatur; omnis tactus sensus ea in parte perit, ubi facta est destructio : quantumvis exterior cuticula & reliquæ partes maneant illæsæ.

210. Licet vero totum illud nervorum reticulum sit proprium tactus organum ; illæ tamen nervorum papillæ, eorum medullæ productio, sensum habent delicatissimum. Hinc licet generatim per totam corporis superficiem sensus existat, cum corpus circumquaque vestiat cutis ; sunt tamen aliquæ corporis partes acutiori tactu præditæ : quia papillarum numerum longe majorem habent. Hujusmodi sunt digitorum extremitates, quibus potissimum, corpora contrectamus : illæ etiam partes, membra, & homines delicatiorem habent tactus sensum, qui subtiliorem habent epidermidem : ad eum modum, quo minus manus nostræ a frigore patiuntur, si chyrothecis vestiantur; eoque minus ab externis offendimur, quo duriori, crassiorique tegumento operimur. Qui in manu vix sensibilis est calor, aut frigus, in interioribus aliquando partibus vix est tolerabilis. De aliquibus fabris ferrariis Lodiensibus refert *Haller*, quod callosas adeo habeant manus, ut fusum etiam ferrum per eorum manuum volas fluere permittant, illudque in volis agitent citra ullum doloris sensum : licet interea ambustam manum fumare, & fætere videant, atque odore sentiant. Quod si a callosis hujusmodi manibus, aut aliis quibuscumque corporis partibus detrahatur cuticula ; ita ut reticulum detegatur ; a levissimo etiam corporis contactu dolor est intolerabilis.

211. Tactu percipit, seu elicit anima sensum doloris, pruriginis, calidi, frigidi, humidi, sicci, & alios similes. Cum omnis tactus sit corporum sese contingentium resistentia ; quamdiu corpora leniter contrectamus ; suavis, & grata prurigo excitatur : aucta resisten-

ftentia, & contrectatione, in dolorem abit pruritus; hoc est gratissimus in molestissimum sensum: adeo parum inter se distant gaudium, titillatio, voluptas, atque molestia, dolor, vulnus, mors! Omnes scilicet sensus animæ de rebus sensibilibus sunt de genere dolorum: omnesque eorumdem objectorum in corpus nostrum agentium actiones sunt veri ictus: est dicere; omnis sensus v. g. gaudium, pruritus &c., si augeatur, fit dolor; omnis dolor si diminuatur, fit gaudium: corpora vero eatenus sentimus, quatenus ipsa nos percutiunt, feriunt: leve tamen vulnus est gaudium; gaudium intensum est dolor.

212. Tactu igitur percipit anima omnes mutationes in humani corporis cute a corporibus externis factas. Diversæ vero mutationes, seu modificationes in tactus organo factæ diversos etiam in anima sensus excitant. Mutatio, seu modificatio variari potest secundum intensitatem: ita ut aliquando intendatur, aliquando vero remittatur ejusdem objecti in corpus nostrum actio. Natura etiam, & modo differre inter se possunt. Primum fiet; si calidi, frigidi, aut humidi corporis in nos actiones intendantur, & remittantur; secundum si a duobus corporibus v. g. duro, & fluido contingamur.

213. Singulæ hæ actiones, & modificationes, atque actionum, & modificationum discrimina per nervos, atque vitales spiritus ad animam usque in oculi ictu transmittuntur. Nervi sensuum sunt corpora continua per totum corpus, corporisque superficiem propagati: res autem est experimentis, & quotidianis observationibus notissima, quod per corpus continuum modificatio, seu impressio in una illius extremitate facta ad aliam extremitatem eodem temporis momento transeat, atque sentiatur. Spiritus etiam secundum electricitatis indolem, tamquam fulgura, ab extrema cute ad cerebrum & vicissim sese, aut actionem suam transfundunt. Anima igitur in cerebro existens spectari potest tamquam in centro posita, in quo innumeri radii continui seu baculi, vel potius chordæ tensæ coeunt, actionesque per eos transmissæ confluunt. Si baculos ex quacumque parte ferias, impellas, percutias, vel chordas quacumque ex parte laxes, aut distendas; impulsiones baculorum, deductiones, tensiones, aut remissiones chordarum eo-

demmet

demmet tempore in una, atque in alia extremitate sese exerent. Idem fiet, si spiritus aliqui, aut actiones per hujusmodi chordas, seu tubos, tamquam fulgura, citissime hinc inde transvolent.

214. Baculi autem, & chordæ sunt innumeri illi nervorum rami, qui a cerebro, per totum corpus disperguntur: actiones, aut fluidum fulgurans sunt spiritus animales superius asserti. Manifestum vero est, per easdem chordas, per idem fluidum infinitam pene ictuum varietatem transmitti posse, ut late explicabimus, cum naturam, & propagationem soni exponemus. Habes igitur rationem, & modum, quo externorum corporum actiones ad cerebrum usque, & ad animam transmittantur.

215. Fiet tamen hujusmodi transmissio per spiritus vitales solummodo, an per ipsam nervorum substantiam, an potius per utrumque simul corpus continuum? Hoc primo constat, arescentibus, exsiccatis, aut læsis alia ratione nervis, sensum iis respondentem deficere. Qui aperto ore dormiunt, atque exsiccatis faucibus, & lingua expergiscuntur, nullum saporem percipiunt, quamdiu lingua iterum non madescat. 2. Spirituum animalium fluxu, aut actione per nervos impedita deficit illico sensus. 3. In pluribus membris hebetatur, languescit, perit sensus omnis; licet ea membra maneant integra: nullaque in eorum nervis, seu cute facta fuerit destructio, contusio, cicatrix. Quare id phænomenon ex eo provenire videtur, quod fluxus spirituum ad stupida membra desideretur, & interrumpatur. Equidem membra, quæ sensum amittunt, frigescunt: quod argumento est satis manifesto, alio tunc temporis spiritus animales derivari: deinde ubi magna est cutis contusio, deficit sensus, quin deficiant nervi, nervorumque ad cerebrum usque continuatio.

216. Quare ego crediderim, neque spiritus animales sine nervis, neque nervos sine spiritibus animalibus ad sensum sufficere: utrumque ad objectorum impressiones ad animam usque deferendas esse aptissimum, atque naturale instrumentum. Spirituum tamen animalium præcipuas esse in re hujusmodi partes, luculenter confirmant de iis superius disputata. Omnis igitur sensus animæ duo potissimum complectitur, externam corporis actionem, & actum animæ in ea ab impres-

pressione corporum excitatum. Illa corporum actio externa est sensus extra animam, hoc est, improprius, & veri potius sensus causa excitans, quam verum esse: sensus in anima, hoc est, verus, proprius, est purus actus animæ: sensus ergo extra animam, licet in nostro etiam corpore considerentur, nihil sunt, nisi motus in corpore nostro excitati; hoc est, puri motus: sensus in anima, seu proprii sunt actus ab anima eliciti, in anima ipsa excitati, o illam commercii inter animam, & corpus legem a Deo stabilitam. Dolor igitur, gaudium, pruritus &c. sunt totidem animæ sentientis actus.

§. II.

Saporis, atque Odoris Sensus:

Eorumque Organa, & objecta. Definitio.

217. Corpus *sapidum* est, quod linguam ita afficit, ut eum sensum anima percipiat, aut eliciat, quem *saporem*, seu *saporis perceptionem* appellamus. Reliqua corpora, quæ prædictum in nobis sensum non efficiunt, dicuntur *insipida*. Odora similiter corpora nuncupantur illa, quæ per se ipsa, aut per particularum suarum effluvia narium fibras vellicant, & odorum sensum, ac perceptionem in anima excitant.

Saporis, & odoris organa.

218. Corpora *sapida*, & *odora* sunt peculiaria duorum sensuum objecta, quæ peculiaribus organis, lingua scilicet, & naribus agunt, actionemque ad cerebrum usque transmittunt. Lingua est corpus musculosum innumeris fere fibrarum ramulis intertextum, atque implicatissimæ retis instar constructum, quorum beneficio in omnes partes mira facilitate flectitur, atque movetur. Duplici tunica circumvestitur: quarum prima exterior, & satis tenax, *epidermis* locum habet, & munera præstat. Sub epidermi crassior alia, & magis viscosa extenditur membrana ad instar clibani perforata. Tertium deinde occurrit corpus a tunica secunda circumvestitum, quod *papillare corpus*, seu membranam appellant, propterea quod multiplicibus

cibus scateat papillis: quæ per secundæ tunicæ foramina productæ, ad externæ membranæ superficiem desinunt. Plurimis foraminibus hiant hujusmodi papillæ: quorum fundum intertexunt subtilissimi nervorum rami. Tres præterea earum species observantur, magnitudine potissimum inter se diversæ. Ampliores, seu primæ speciei ad linguæ radices, & basim, atque etiam in apicis lateribus maxime inveniuntur. Secundæ ad radices laterum linguæ inferius dispositæ sunt, & nerveas propagines ex se emittunt. Circa majores hasce papillas aliæ visuntur minutissimæ, a quibus priores duæ species circumdantur.

219. Animadverti præterea debent in lingua, atque a papillis distingui glandulæ salivales, quæ per linguæ basim, radices, & palatum numerosæ existunt: ad idque potissimum inserviunt, ut arterias, & venas per medias glandulas transeuntes ope nervulorum constringentes salivam ex iis per vasa lymphatica extrahant, illamque partim in se imbibitam retineant, partim per linguam, palatum, & os, tamquam menstruum ad ciborum masticationem, & digestionem necessarium distribuant. Defertur autem saliva in totum oris cavum per *ductus salivales*, qui per os multiplici ratione, directione, & numero distenduntur.

§. III.

220. Circa narium structuram id solum impræsentiarum annotabimus, eas interius subtili quadam, tenuissima, & delicatissimi sensus membrana circumvestiri, in quam plurimi tenuissimi nervorum ramusculi, etiam desinunt, eamque magna ex parte intexunt. Delicatissima illa tunica scrupulose examinata nihil est aliud, quam mirabile, & subtilissimum reticulum, quod tenuissimi nervorum, & utriusque meningis fibræ per mille cribriformis ossis ductus a cerebro, & a spina derivati componunt. Delicatissimum hoc reticulum omnes interiores anfractus narium, qui plures sunt, obducit, ut ubique odorum actionem accipere valeant, & ad cerebrum usque transmittere. Exactiorem linguæ, & narium descriptionem Anatomicis relinquimus.

PRO-

PROPOSITIO XIII.

221. *Peculiare saporum organum sunt linguæ papillæ nuper expositæ.*

Propositio ex eo patet, quod sales, aut alia quæcumque corpora sapida ad eas linguæ partes applicata, in quibus prædictæ papillæ non deprehenduntur, nullum saporem excitant: maxime vero, si ad papillas applicentur, & dissolvantur, ut ex *Laurentii Bellini* (a) *Boerhaavii* (b) & aliorum observationibus constat. 2. Eæ linguæ papillæ, earumque fundus delicatissimum habent sensum ob tenuissimos nervorum ramulos, qui sunt omnium sensuum organa. 3. Aliæ nullæ in lingua deteguntur partes, in quibus factæ a saporibus impressiones apte recipi, sentiri, & ad cerebrum, & animam derivari possint, præter supradictas papillas ramulis nervorum intertextas.

Non tota nihilominus lingua, neque palatum, aut omnes universim papillæ iis in partibus existentes saporis organum sunt. Palato nullum saporis sensum percipimus, contra ac existimat, & loquitur vulgus: frigidi quidem & calidi, aliarumque qualitatum actiones; aut sensum illic elicimus: nullum tamen saporem. Linguæ tantummodo apices, & partes prope apicem existentes, & quæ in iis sunt nervorum papillæ saporis organum habentur.

PROPOSITIO XIV.

222. *Caussa sensus saporis, animæ per saporem sentientis objectum, verusque proinde sapor in corporibus extra animam sunt salium particulæ: corpusque idcirco sapidum est, quod salibus abundat, hoc est, particulis spiculatis aliquantulum rigidis, & subtilibus, quæ per linguæ papillas se se insinuant.*

Propositionem experimenta, ratio, humani corporis mechanica dispositio confirmant. Sales a corporibus qui-

(a) *Laurentii Bellini opera medica de lingua.*
(b) *Boherhaavii prælect. n. 487. &c.*

quibuscumque sapidis si extrahas; remanent insipida: sales iterum restitutæ erunt iterum sapida. Salium enim vero partes figura quidem spiculatæ, magnitudine subtiles, indole vero rigidæ, & facilis solutionis capaces, diverso modo agitatæ, aptissimæ sunt ad sensum excitandum, nervosque, & animam ita afficiendam, ut & sapores, & saporum discrimina sentiat, & percipiat. Corpus enim sapidum ori immissum, dum interim dentibus atteritur, & masticatur, linguæ etiam agitatione solvitur in pulmentum, & in tenues particulas redigitur: particulæ congruenti subtilitate, & figura prædita, motuque vario agitatæ per linguæ poros se se insinuant, papillas ingrediuntur, fibras, & delicatissimos nervorum ramos vellicant, agitant, pungunt, radunt, multiplicique alia ratione afficiunt, leniter, suaviter, blande, fortiter, aspere. Ejusmodi modificationes per nervorum truncos ad cerebrum, & animam deferuntur. Hæc vero, quæ diximus, sunt sapores extra animam, hoc est saporum caussa. Sapores enim intra animam sunt perceptio, quæ in anima ipsa elicitur, & explicatur, posita actione, quam supradictæ particulæ in linguam exercent: perceptio igitur illa, & sensus gratus, aut ingratus, suavis, aut insuavis, dulcis, aut amarus, quem in nobismet ipsis experimur, & sentimus, dum manducamus, aut bibimus, sunt sapores intra animam a materialibus illis, & mechanicis particularum affectionibus, atque actionibus in lingua originem ducentes, seu potius excitati: quorum ne ideam quidem iis exponere possemus, qui saporis sensum non haberent. Hinc sequentia corollaria, & phænomena sponte deducuntur, & facile explicantur.

COROLLARIUM I.

223. Ea igitur corpora erunt insipida, quorum particulæ fuerint crassiores, aut admodum duræ, solutioni ineptæ, quæ idcirco in papillas ingredi nequeant, aut satis non afficiant: seu, quod in idem recidit, quæ salium particulis aut non sint prædita, aut illas solvi, atque agere non permittant. Ejusmodi sunt aer, aqua pura, lapides, metalla, & alia quam plurima; eæ enim particulæ non apte dissolvuntur in ore, papillas, & linguæ poros non penetrant,

aut

aut tandem nervorum fibras non satis vellicant, etsi in illa se se insinuent: unde nulla in animam impressio, & affectio derivatur. Experimento sane comperimus, corpora quæcumque linguæ imposita nullum in nobis saporem excitare, quamdiu non masticantur, aut solvuntur, in minutissimas particulas rediguntur, linguam, & papillas penetrant, nervos pungunt, vellicant. Si corpora non dissolvantur; in partes subtiles non rediguntur: nisi partes sint subtiles; por[illegible], & papillas non penetrant nisi agitentur, & mo[illegible]tur; per linguæ, & papillarum foramina non i[illegible] el-luntur, aut intrant: nisi aculeatæ sint, fibr[illegible] non pungunt: non rigidæ, facillime flectuntur, plic[illegible]tur, & linguam non satis vellicant.

COROLLARIUM II.

224. Hinc est, quod lingua aliquo ex subjectis vitiis laborante, sit v. g. nimis arida, copiosiori saliva abundet, illius, & papillarum pori, & foramina obstruantur, callescat, aut induretur, dolore aliquo, aut vitio laboret; nullus ab anima percipitur sapor. Deficiente saliva ad particularum dissolutionem necessaria, non dissolvuntur partes: si copiosior exstat, papillis, earumque foraminibus obstructis, sapidarum particularum hebetatur actio. In tertia hypothesi per linguæ papillarum foramina penetrare non possunt particulæ, & fibras pungere: in quarta sapidis particulis insensibile erit saporis organum. In quinta demum major doloris, & vitiosi morbi sensus, & perceptio vividior languidiorum saporum actionem percipi ab anima non permittit.

COROLLARIUM III.

225. Ex varia pororum linguæ magnitudine, & figura, papillarum textura, fibrarum subtilitate, teneritudine, & pluribus aliis de caussis varius omnino est in diversis hominibus, immo & in eodem pro diversis temporibus saporis sensus. Aliis magis placet dulce, aut pingue, alii delectantur acerbo: & ita de aliis saporibus. Quin immo quicumque nostrum alio tempore acerbum, acre, salsum; alio dulce, pingue appetit, quorum omnium ratio ex indicatis modo

 causis

maulis petenda est. Sensibiliores aliquando fibras magis etiam patula papillarum foramina habemus: interea autem acidorum spicula, acrimoniam, & punctiones moleste ferimus; dulci maxime delectamur. Est etiam tempus, cum illæ redduntur hebetiores, & minus sensibiles; tum acriores, & acidiores, sapores, qui altius, & fortius penetrant, gratum in nobis saporis sensum gignunt. Saporis acidi, & acerbi particulæ sunt aculeatæ, subtiles, rigidæ, acutisque angulis pungunt, & se se infigunt: ea igitur punctio, vellicatio, infixio erit grata, aut ingrata, suavis, aut molesta, pro diverso papillarum statu, acutioribus particularum angulis, & spiculis, majori particularum numero, & subtilitate, apertioribus, aut angustioribus foraminibus, & id genus aliis.

COROLLARIUM IV.

226. Calore, fermentatione, coctione acidi, & acerbi fructus maturescunt, dulces, & palato grati evadunt. Calore enim, fermentatione, coctione intimæ fructuum, herbarum, aut quorumlibet corporum particulæ agitantur; aliæ ab aliis liberantur, subtiliores evadunt, mutuis volutationibus, collisionibus, & impactibus acutiores earum cuspides, anguli, & hamuli truncantur, obtusiorem figuram assumunt: inde est, quod facilius dentibus masticentur, saliva solvantur, papillas penetrent, easque levius, & suavius vellicent, & pungant. Mixtione etiam plurimum modificantur, attenuantur, & immutantur sapores; fitque nonnunquam, ut e duobus ingrati saporis alimentis alius per mixtionem gratus evadat, & e converso, ut optime norunt, qui chymiam, aut culinam tractant.

227. Uno, vel altero exemplo res confirmatur. Si argentum in aqua forti dissolvas, quod postea in crystallos coaguletur, maximam amaritudinem contrahet. Si vero hosce argenti crystallos muriæ ex aqua, & sale compositæ immittas, mixturam fundas, & refrigerari permittas, ut indurescant; erit hæc compositio prorsus insipida; licet ex duabus partibus fiat, quarum altera acritudinem, altera vero maximam amaritudinem habet. Sed innumeri pene sunt modi, combinationes, atque ordines, quibus simplices sapores inter

se

se permisceri possunt; & hinc infinita pene compositorum saporum varietas: ut nemini ignotum est.

COROLLARIUM V.

228. Ex dictis manifestum est, unde desumenda sint, non modo varia eorumdem saporum perceptio, & sensus in anima; sed etiam proprium ipsorum saporum, & sapidorum corporum discrimen. Nullus a nobis assignari potest certus saporum numerus; neque enim ullus hominum scire potest, quem in singulorum hominum palato sensum, & perceptionem excitent, & efficiant sapidæ particulæ. Præcipui tamen, & magis noti sapores ad octo capita fere reducuntur: *Salsus*, *pinguis*, *dulcis*, *acidus*, *acer*, *austerus*, *acerbus*, *amarus*. Saporem *salsum* excitant, aut efficiunt particulæ subtiles, quæ acuminatis angulis, & acie tenui papillas, & fibras incidunt, in iisque infiguntur. Particulæ sulphureæ obtusis angulis circumscriptæ, quæ papillas non cuneorum instar, incidunt, sed eas potius blande lambunt, & lambendo abradunt, *pinguem* saporem constituunt, aut producunt. *Dulcis* ex iis nascitur particulis, quæ partim rotunda, & lævigata superficie sunt terminatæ; partim angulosæ, sed angulis nimium obtusis circumscriptæ sunt, & sulphuris deinde partibus ita attemperantur, ut papillas, & nervos leniter solum, blande, & suaviter vellicent, & lambendo perfricent. Quod si particulæ sint magis asperæ, & rigidæ, angulosæ, & aculeis armatæ, quibus palatum aspere radant, & lambendo mordeant; *amarum* saporem efficient. *Acidus* sapor sentiri videtur, cum particulæ rigidæ, oblongæ, acutioribus cuspidibus instructæ papillarum fibris, velut spina quædam tenuissima, alte infiguntur, incidunt, & feriunt. Alios etiam sapores simili prorsus modo explicabis. In qualibet tamen saporis specie plures, & diversi sunt saporis gradus, prout & ratio & experientia nos quotidie docet.

229. Quid etiam physice sit, alios sapores ab aliis hebetari, temperari, destrui, alium in alium mutari, facile intelligitur: pone enim (quod passim & quotidie evenire necesse est), uncinatis acris limonis partibus viscosas mellis, aut sacchari particulas agglutinari; limonum cuspides inter viscosas partes obstrui,

obduci, & veluti deperdi, necesse est: vix igitur ullam jam actionem in linguæ papillis exerent. Quod si ea facchari quantitas adhibeatur, ut limonis quidem cuspides, magna ex parte quasi immergantur; extremitates tamen viscosis particulis extent; acrem adhuc saporem, sed tamen temperatissimum percipiemus: cum acutæ cuspides profunde jam denegi non possint, sed leviter solummodo papillas radant, atque pungant. Ex his disce alia.

230. Ex dictis etiam facile intelliges, & explicabis quotidianum phænomenon: communia alimenta, aut potiones crassæ post aliquantulum temporis vires reficiunt, languorem depellunt, amissum vigorem restituunt: liquores tamen subtiles, quales sunt aqua vitæ & alia hujusmodi, vix palatum attingunt, cum novum illico membris vigorem communicant. Partium subtilitas in caussa est, ut in ipsam etiam linguam, & palatum per papillas ingressi, per medias glandulas, & vasa salivalia in ipsas illico venas, & arterias penetrent, & influant, sanguinis massam illico vivificent, novamque vim, atque vigorem communicent: cum crassiora alimenta, atque potiones post aliquot solummodo fermentationes, atque præparationes id beneficii languido corpori impertiant.

PROPOSITIO XV.

231. *Odoratus organum est tenuis illa membrana nervis intertexta, quæ nares, ejus cartilagines, & ossa interius vestit: odores vero consistunt in effluviis particularum subtilium, quæ a corporibus exhalant, quaquaversum per aerem disperguntur & ad nares perveniunt.*

Hæc propositio eodem fere modo probatur, & explicatur, atque præcedens: eædem in utraque veritates occurrunt, eadem corollaria, & phænomena. Idem enim, aut simillimus est odorum, atque saporum modus, caussa, & agendi ratio. Ad purum peculiarem tactum in delicatissimis organis factum uterque sensus reducitur. Anima eodem modo objecta percipit mediantibus nervorum fibris, continuitate, & impressionibus in linguæ papillis, atque in aurium membrana factis. A similibus partium affectionibus omnia odorum discrimina, varia ejusdem odoris intensio,

sio, aut remissio enascitur. A particularum etiam magnitudine, figura, motu, angulis insimulque varia in diversis hominibus membranæ, & fibrarum textura, teneritudine, crassitie, temperamento provenit, quod hæc, aut illa odorum species aliis quidem sit grata, aliis ingrata; his sit innoxia, illis plane officiat: unus alio, alter altero delectetur, aut offendatur odore. Ex vario membranæ non in diversis tantum, sed in eodem etiam homine pro diversis temporibus temperamento, & aliis, quæ in superioribus corollariis, explicavimus, ea proveniunt, quæ illic etiam exposuimus. Quod scilicet nullum aliquando odorem percipiamus, amissum postea sensum recuperemus; quod aliquando fortiores tantum odores, postea vero remissiores sentiamus; quod alii ad tempus solummodo, alii vero in perpetuum amittant sensum. Hæc omnia eadem plane ratione in utroque sensu peraguntur, & explicantur. Superius igitur de saporibus exposita, ad odores etiam applicanda sunt; ne in iisdem repetendis diutius immoremur. Hoc unum discrimen intercedit, quod sapida corpora saporum organo per se se applicentur; odora vero eminus effluvia emittant, narium membranam afficiant, & odorum perceptionem in anima excitent: quod quidem discrimen parum est notabile, nullamque fere inducit diversitatem.

232. Si quis objiciat, incredibile videri, totidem ab odoris corporibus partes exhalari, ut notabilem aeris massam circa ipsa positam impleant, quin sensibilis in odorato corpore percipiatur diminutio. Resp. Id nequaquam videri incredibile, si ad prodigiosam omnino partium materiæ subtilitatem alibi a nobis expositam attendatur. Addendum insuper, corporis odoriferi particulas per aeris poros tantum diffundi, neque copiose semper a corpore, erumpere. Quin immo sæpissime accidit, ut particulæ odorosæ a corporibus antea egressæ, diu in aere, aut in corporibus circumstantibus conserventur, iisque adhæreant, aut innatent; quin alio avolent, aut dissipentur. Et hinc corporis odorem percipimus, quin nova effluvia illud semper ex se emittat.

233. Sed his omissis, mirabilis subtilitas materiæ ex aliis capitibus demonstrata odorum subtilitati favet: vicissim etiam odorum subtilitas experimentis constans prodigiosam materiæ subtilitatem confirmat. Quod de

americanis vulpibus, & avibus, *gallinazzos* eo loci nuncupatis tradit *Ulloa* (*a*) & alii non modo subtilitatem, sed & miram odorum efficaciam ostendunt. Gallinazzus ad 4. aut 5. leucarum distantiam ab odoroso corpore odorum vim percipit. Vulpes urinam effundendo se se a maximis periculis, canibus eam cominus persequentibus, defendit: is vero est ejus fluidi fætor, & odoris efficacia.

234. Effluviorum ab odorosis corporibus exhalatio a calore, & interna ipsorum corporum fermentatione potissimum pendet: eo calore, aut fermentatione auctis, augetur etiam odoris intensitas; illis causis decrescentibus, hæc etiam decrescit: hinc rosæ, & corpora alia odorosa interdiu calido aere, lucente Sole longe suavius, & intensius olent, quam noctu, aere frigido, aut Sole non illuminante, neque calefaciente corpora. Pluvia etiam odores florum maxime dissipat, atque extinguit: partim scilicet poros obstruendo, partim internum calorem temperando; partim effluvia in aere natantia in se imbibendo, atque ad terram adducendo.



A U-

(a) *Relacion del viage &c. Parte I. tom. 1. pag.* 75. 76. 78.

AUDITIO,

SEU

TRACTATUS

De Sono, & illius perceptione, seu Auditu

LECTIO V.

De Sonori Corporis, atque Soni natura.

235. Quanti momenti illud sit argumentum, quod modo aggredimur, facile animadvertet, qui mente secum ipso concipiat; omnem rerum natura sonum tolli. Quisnam tum esset animantium, nostra vero potissimum hominum conditio, vivendi, & agendi ratio? Quid rei esset, quonamve pacto perageretur humanum commercium, & societas? Quid linguæ, scriptura, artes, scientiæ, mutua idearum, sensuumque inter homines communicatio? Omnia hæc, illo animæ sensu, objecto, & physica corporum qualitate sublata amitterentur; aut vix saltem eorum maneret vestigium. Amplissimum igitur hoc Physicæ viventium, & Phsicologiæ argumentum disputaturi, hæc nobis differenda proponimus, quæ sunt præcipua rei capita, & totum argumentum complectuntur: Sonora corpora, sonum, auditionis organum, auditionem ipsam. Innumera, quæ de hisce rebus scitu digna sunt, & quorum potissimam attingemus partem, ad quatuor illa revocantur capita.

Sonus in triplici statu existit, & spectari debet: in anima, in corpore sonoro, in medio: anima sonum percipit, corpus sonorum illum producit; medium vero propagat, seu transmittit. Sonus, sicut & omnes aliæ qualitates, quas percipimus, aliud est, & longe quidem diversum, in anima, aliud extra animam, in medio, & in corpore sonoro. Mirabile hoc inter physicas qualitates, & animæ de iisdem sensus discrimen, in Logica leviter attactum, in generali physica, & Metaphysica exposuimus.

DE-

DEFINITIO.

236. *Sonus in anima est ea peculiaris animæ perceptio, affectio, idea, & sensus, quem in nobis experimur, cum aures nostræ pulsantur, cum audimus, & audiendo objecta percipimus.* Nullam porro homini surdo ideam soni ab anima percepti exponere possumus; licet illius aures æque atque nostræ, sono externo afficiantur: sicuti etiam cœco nullam plane luminis, colorum aut visionis ideam explicare umquam poterimus; licet ejus oculi a luce etiam feriantur. *Sonus*, prout est extra animam, *est ea corporum affectio, & particularum motus, quoad auris organum allato, ille in anima excitatur sensus, quem sonum, aut soni perceptionem nuncupamus.* Ille vero, aut in corpore sonum edente existit, aut in medio transmittente. Sonus igitur extra animam est aliquid a sono intra animam diversissimum. Extra animam, ut statim dicemus, nihil est præter diversos corporum, & eorum particularum motus; sonus, strepitus, clamor, harmonia, murmura sunt proprie affectiones, & sensus animæ; quæ proinde non existerent, si nulla esset anima: licet ii, qui modo sunt, in corporibus essent motus.

DEFINITIO.

237. *Sonora corpora illa sunt, quæ collisa, aut percussa, eorumque partibus in tremorem concitatis, sonum edunt.* Quid sit mutua corporum collisio, & tremor, nullus ignorat. Distinguendus tamen est integri corporis tremor a tremore partium: cum *tremor* sit *frequens*, & *repetita vibratio*, aut *oscillatio*, seu frequens, & repetita tensio, atque restitutio ejusdem corporis; si corpus aliquod integrum, tamquam si unica esset individua massa, citissime oscillat, dicitur tremere corpus secundum se totum, seu totius massæ tremor; cum vero omnes, aut aliquæ corporis partes prædictam habent oscillationem seorsum ab oscillationibus totius corporis; dicitur tremor partium corporis, & corpus tremere secundum suas partes. Nonnumquam tremor totius corporis cum tremore partium conjungitur; aliquando vero, trementibus partibus, quiescit totum, aut vice versa.

PRO-

PROPOSITIO XVI.

238. *Corpus sonorum est illud, quo percusso, fracto, disploso, aut agitato, insensibiles ejus partes contremiscunt; mutuis, crebris, repetitisque vibrationibus aliæ in alias, & in circumstantia corpora agunt: Sonus in corpore sonoro est crebra illa, repetita, alterna minimarum particularum agitatio, concussio, tremor.*

Propositio, quæ a nemine jam, quem sciam, in dubium vertitur, de sono tantummodo externo, & in corpore sonoro agit: duasque habet partes. Prima; Quid rei sit sonorum corpus; Secunda quid in corpore sonoro existat sonus. Utramque satis demonstrabimus; si ab experimentis hæc duo conficiantur: *primum*, nullum corpus sonum edere, quamdiu peculiarem illum partium tremorem non habeat: *secundum*, edere vero, vix ac [illegible]dicto agitetur tremore: hæc vero luculenter com[illegible]ant sequentia. Corpus quodcumque, fluidum, solidum, molle, durum, elasticum, quantumvis alias sonorum sit, v. g. chorda, metalla, nullum sonum edit, etsi millies oscillet; si corpus integrum, perinde ac si individuum esset, totiusque solummodo vibrationibus, & oscillationibus agitetur, quin minimæ illorum particulæ contremiscant; ut quotidiana experientia docet. Quantumvis citharæ chordam exposita ratione tractes; nullum edunt sonum. Rursus ea corpora, quorum particulæ, si comprimantur, facile cedunt, quin resiliant, &, se se promptissime restituendo, contremiscant, qualia sunt plumbum, creta, lutum, lana, muta sunt: quantumvis & individua eorum massa, & insensibiles particulæ singillatim agitentur, & ad oscillationes, tremorem, ac subsultum compellantur: ut passim etiam observamus; dum lanam, vestes, & alia corpora tractamus. Prima tamen illa corpora, chorda v. g. æs Campanum, aurum, quæ ad totius tantum vibrationes adacta nullum edunt sonum, sonora evadunt, cum primum ita agitentur, & concutiantur, ut non tantum integra massa, sed minimæ illorum particulæ vibrentur, oscillent, contremiscant: ut mille experimentis in oculos nostros quotidie incidentibus observamus. Id data opera in duabus forcipis lamellis observavit *De la Hy*-

re-

re (a): eas primo ita tractavit, ut citissime, & se totis solum oscillarent; postea vero ita concussit, ut earum partes etiam seorsum contremiscerent. Primo autem nullum edebant sonum, maxime vero secundo modo tractatæ; licet in primo fortius, & vehementius oscillarent, quam in secundo experimento. Ex his omnibus, & duo illa superius indicata, & utraque propositionis pars demonstratur.

239. 2. Notissima etiam sunt, & æque in rem nostram faciunt indicanda modo experimenta: simul atque tintinnabulum pulsatum, & sonans manu prehendas, panno, aut lana obducas; cessat sonus, cessante partium tremore; licet integrum tintinnabulum adhuc oscillet. Nive supra pulsata, & sonantia tintinnabula, seu æra campana cadente, cessat, aut vix percipitur sonus. Si chorda, aut fides sit admodum laxa, licet plectro pulsetur, & oscillet, vix sonum edit: maxime vero sonat, simul ac tendatur: in secundo enim, non in primo casu illius partes contremiscunt. Chordam supra citharam tensam plectro sebo obducto pulsa, aut percute; non sonat: plectrum colophonia exaspera, & exasperato chordam iterum percute; maxime sonabit. Omitto alia ad rem confirmandam non necessaria.

240. 3. Eo solum minimarum particularum motu, quem asserimus, in corporibus existente, corpora ipsa medio aere, cui eum motum communicant, per eumque ad aures transmittunt, ita aures, & auditus organum afficiunt, ut anima iis affectionibus excitata soni perceptiones elicere, & eorum discrimina percipere valeat, seu potius eas eliciat ideas, sensum, & perceptiones, quibus objectorum externorum existentiam, & affectiones percipiat, & sonum internum, clamorem, strepitum, concentum, harmoniam intra se ipsam producat, & sibi ipsi repræsentet.

241. 4. Ipsis etiam oculis, & tactu insensibiles corporis sonori partes, dum sonum edit, tremere dignoscimus. Si parvos globulos supra incudem disponas, eamque malleo in altera ejus extremitate ita fortiter ferias, ut vehementer sonet; post mallei ictum globuli

(a) *Memoires de l' Acad.* 1716. *pag.* 266.

li omnes contremiſcunt; pari igitur motu ſingulæ incudis partes, quibus ſuſtinentur, agitantur, dum integra incudis maſſa quieſcit. Si vitrei vaſis, aquam continentis, labra digitis citiſſime circumductis arcte conſtringas, ut ſonum vehementem edat; aquam illico criſpari, tremere, & aliquando etiam extra vas effundi animadvertes: quantumvis vas integrum maneat immotum. Oculis etiam, tactu vero potiſſimum, peculiarem minimarum particularum tremorem, & oſcillationes experimur; ſi pulſatam, & ſonantem chordam attrectemus.

242. Ex his autem, & aliis plurimis, quæ afferri poſſent, habemus 1. Nullum corpus, etſi alias ſonorum ſit, ſonum edere, quamdiu aliqua ratione non movetur; in quibuſcumque circumſtantiis corpus id exiſtat. 2. Motum corporis ſonori, quo exiſtente editur ſonus, non eſſe oſcillationes integri ipſius corporis; ſed oſcillationes particularum corporis. 3. Nihil aliud opus eſſe, ut corpus, alias ſonorum, ſonum edat, quam ut in illas inſenſibilium particularum oſcillationes concitetur, & contremiſcat. Sonus igitur in corporibus ſonoris nihil eſt a prædicto eorum partium tremore, & oſcillationibus diſtinctum.

PROPOSITIO XVII.

243. *Sonus, prout in aere propagatus conſideratur, conſiſtit in motu craſſioris aeris tremulo, ſeu in tremulis, & celerrimis oſcillationibus, quas aeris particulæ, & ſuperficies ſonoro corpori proximæ ab ipſo recipiunt, & per continuatum aerem ad aures uſque, & nervum auditorium tranſmittunt.*

In hac propoſitione, quæ ex prima deducitur, omnes etiam conveniunt. Corpora ſonora ſonum in medio producunt; at nihil aliud producere poſſunt in aere, niſi ſupradictum motum oſcillationis, & tremoris, quo ipſa etiam agitantur, & concutiuntur: effectum ſcilicet cauſæ ſimilem. 2. Aer prædicto motu concitatus, & tremorem ad aurem transferens, ſeu eo tremore aurem, & nervum auditorium pulſans, & afficiens, ſoni perceptiones in anima excitat: Si igitur corpus ſonorum prædictum motum, aeri imprimit, & medio aere ad aures tranſmittit; jure merito concludimus, ſonum in aere, ſeu medio conſideratum,

tum, nihil esse aliud a prædicto motu distinctum. Experimentis etiam, & mille passim observationibus constat, sonora corpora, qualiacumque illa sint, aerem movere: quin imo aere ipso mediante cætera etiam corpora commovent. Sic exploso tormento bellico, adeo violenter concutitur aer, ut longinquæ etiam domorum portæ, & fenestræ recludantur, rumpantur vitra, parietes aliquando agitentur. Ad organorum, & tympanorum sonum, & strepitum scabella nonnumquam e regione posita subsultant: pulsatis citharæ fidibus, alterius etiam citharæ æque attemperatæ, & prope positæ fides nullo pulsante eumdem sonum edunt. Huc etiam spectat celebre illud experimentum a *Morhoffio* traditum, & expositum: ipso quippe teste, pocula vitrea ad harmonicum quemdam sonum fremebant, sono continuato integra contremiscebant, & in frusta denique rupta sunt (*a*).

2. Sonum in aere crasso vibrationibus tremulis concitato consistere, non vero in alterius subtilioris materiæ vibrationibus, inde patet, quod tintinnabula pulsata, & authomati horologii oscillationes intra machinæ pneumaticæ recipiens editæ nullum edant sonum post aeris extractionem; nondum extracto aere perinde sonent, & audiantur, atque si extra machinam sonarent; aere vero sensim extracto, sensim etiam imminuatur, & debilitetur sonus.

COROLLARIUM I.

244. Sonus igitur extra animam spectatus, vel in corpore sonoro, vel in medio, per quod diffunditur, consideretur, nihil est aliud, quam prædictus particularum tremor, & oscillationes: illud vero, quod proprie vocamus *Sonos*, seu sonantium corporum perceptiones, clamores, strepitus, tonos, harmonias, concentus, puras esse animæ affectiones, atque perceptiones a prædicto illo partium corporis tremore per aerem ad nos diffuso ortas, omnino patet. Et hinc manifestum est, sonum intra animam rem esse toto cælo diversam a sono extra animam: Quid enim commune

(*a*) *Apud Zanchi Phys. Gen. p. 2. diss. 3.*

mune habent materialis inertiam partium materiæ motus, & gratissimus harmoniæ sensus, quo suavissime delectamur.

COROLLARIUM II.

245. *Corpora sonora, & medium etiam illud, per quod sonus transmittitur, elaterio aliquo, & partium rigiditate prædita esse debent: eoque magis, & perfectius sonant, & sonum transmittunt, quo perfectiorem habent elasticitatem.* Ille enim particularum corpus sonorum componentium tremor, & oscillatio ab eo nascitur, quod ipsæmet particulæ seorsim, & violenter pulsæ comprimantur, & alias sibi vicinas, ut se se a compressione liberent, & restituantur, etiam comprimant, atque ab iis ob eamdem caussam iterum alternatim comprimantur: eoque pacto fluctuationem quamdam reciprocam, & tremorem efficiant. Pulsetur v. g. chorda, ærea virga, aut arcus: virga A B (fig. 32.) in arcum flectitur, ac proinde magis extenditur; partes D C superficiei curvæ comprimuntur, arctantur, & constringuntur, inæqualiter tamen: a majori enim curvatura D ad extremitates usque partium compressio decrescit. Simili ratione superficiei convexæ partes distenduntur, ampliantur, & diverso sensu coarctantur: virgæ igitur sibi libere permissæ partes convexæ magis tensæ, in convexas minus tensas, & concavas sibi vicinas nimium compressas agunt; atque primas quidem comprimere, secundas vero distendere nituntur. Partes similiter magis compressæ D E, ut se se liberent, & distendant, vicinas minus compressas, & oppositas magis dilatatas comprimunt, & ab iisdem vicissim comprimuntur, eoque pacto curvatura, & arcus in alium sensum mutatur A F, ut alibi explicavimus. Ab ea igitur actione, & mutuo particularum nisu in seipsas totius virgæ oscillationes, & tremor proveniunt, in quo sonum consistere docuimus. Medium etiam, per quod sonus transfertur, simili particularum motu, & reciprocis impulsionibus agitari, necesse est. Hæc autem in corporibus tantum elasticis; & apta partium rigiditate præditis inveniuntur. Ut igitur corpora sint sonora; elasticitate etiam, & rigiditate aliqua debent esse prædita: nisi sint elastica, & rigida, illorum partes compressæ sese non resti-

restituunt: sine prompta autem, & crebra compressarum partium restitutione nullus esse potest earum tremor.

COROLLARIUM III.

246. *Corpus igitur molle ad sonum edendum, aut transmittendum inutile prorsus est, vel illud sit fluidum, vel solidum*. Ejus enim partes si comprimantur, non resiliunt, neque aliæ in alias agunt. Partium tamen rigiditas tanta esse non debet, ut corpora flecti, & comprimi non, nisi difficillime, possint: potius enim frangeretur corpus, & partes a se invicem ruptis nexibus dissociarentur, quam aptam agerent oscillationum vicissitudinem, & tremorem. In metallis, eorumque mixtura, aut compositione res est manifesta: ex majori elasticitate, & aptiori partium rigiditate melius sonat argentum, quam aurum; chalybs, quam ferrum. Ex iisdem etiam capitibus nullum inter metalla ad sonum edendum invenitur aptius, quam metallum ex cupro, & stanno compositum, ex quo tintinnabula, seu æra campana fundi solent. Unde iterum patet, corpus perfecte durum, perfecte rigidum, aut ita compactum, ut ejus partes comprimi, & alternatim restitui non possint, nullum edere sonum.

COROLLARIUM IV.

247. *Quoniam igitur sonus in partium corporis sonantis tremore consistit; eo intensior erit sonus, quo major, seu intensior fuerit tremor*. Augetur tremor triplici potissimum hoc de capite, majori partium numero, seu densitate, majori elasticitate, atque vehementiori ictu: ex iisdem igitur caussis augetur etiam sonus, & soni intensitas, cæteris quidem paribus. Hinc vero plurima consequuntur ab iis caussis pendentia. *Primo*, Multo majorem edunt sonum eadem æra campana malleo ferreo, quam ligneo percussa; vehementius, quam debilius eodem pulsata malleo. *Secundo*, Magis sonat tintinnabulum, quam quodlibet aliud corpus rarius æquali vi percussum. *Tertio*, Musicorum instrumentorum chordæ ex intestinis animalium, partibus scilicet valde elasticis, fiunt: chordæ ipsæ intenduntur ad elasticitatem facilius, atque tremo-

morem exerendum. Musica ipsa instrumenta ex ligno, quam fieri poterit elastico construuntur, ut facilius ipsum chordarum sonos transmittat. *Quarto*, In aperto aere sonus calore minuitur, augetur in clauso: in priori siquidem casu augetur, in secundo minuitur aeris elasticitas. *Quinto*, Majores similiter erunt soni noctu, quam interdiu; hyeme, quam æstate; in compresso, quam in rarefacto aere.; cœlo sereno, & magis sudo, quam valde humido. *Sexto*, contra vero corpora illa, quæ sonora contrectando illorum tremorem hebetant, & sistunt, sonum destruunt, ut in allatis superius jam exemplis observavimus.

LECTIO VI.

Sonus in medio, per quem transmittitur: seu ratio, & leges, quibus sonus communicatur aeri, & per aerem diffunditur.

248. Jam diximus, corpus sonorum pulsatum, & sonum edens, alternatim & citissime comprimi, atque dilatari versus omnes partes ex indole corporis elastici; ejusque partes simili modo dilatari, comprimi, ire, & redire. Corpus igitur sonorum v. g. æs campanum, in medio aere pendulum, atque aere undequaque circumdatum, dum se se dilatat, circumpositum aerem resistentem, crassum, & elasticum circumquaque propellit a centro, ad circumferentiam. Prima veluti crusta sphærica aeris a centro versus circumferentiam, undarum instar propulsa, citissime movetur, & mota condensatur: cum ad eam densitatem fuerit compressa, ut aer ulteriori densationi resistat; elasticitate sua iterum promptissime dilatatur, & expanditur: vim igitur suam crustæ proximæ ampliori (quæ pariter velut unda acervatur, comprimitur, & condensatur), communicat: ipsaque versus centrum citissime restituitur, aliam aeris undam, & impetum acceptura, & consequenter in alias crustas transmissura. Hoc modo formantur in aere undæ aereæ sphæricæ concentricæ, alæque aliis ampliores. In propagatione igitur soni sequentia Corollaria, Leges, aut phænomena observantur, ex fluidi elastici indole descendentia.

LEX I.

249. *Corpus sonorum, v. g. chorda, seu tintinnabulum, habendum est, tamquam omnium undarum centrum.* Aliquam rei ideam comparabis, si corpus sonans, centrum cæpæ, undas vero ejusdem cæpæ folliculos paulatim semper ampliores concentricos sphæricos tibi esse fingas. Illæ tamen crustæ non sunt semper sphæricæ, licet ab eodem communi centro nascantur: sæpissime enim fit, ut sonus ob plurimas, quæ passim occurrunt, caussas, facilius, & longius versus unam, quam versus aliam partem diffundatur, & propagetur; multo enim melius loquentem e regione, quam a tergo audimus; eæ vero caussæ, seu impedimenta sunt diversus aeris ex diversis partibus status, & apta ad sonum transmittendum elasticitas, directio loquentis, ventus spirans, corpora interposita &c.

LEX II.

250. *Sonus a sonoro corpore quaquaversum spargitur in circulum, seu in sphæram; si medium aptum, ut diffundatur inveniat, neque aliud impedimentum ejus propagationem, & progressionem impediat.* Hujusce propagationis, & ampliationis modum (præter jam dicta) intelliges, si in medio lacus stagnantem aquam demisso lapillo ferias. Ab attactus, seu immersionis puncto, tamquam a centro, multiplices aqueos circulos ortos, & sese ampliantes in aquæ superficie animadvertes; corpora enim elastica, qualia sunt omnia corpora sonora, quacumque ex parte ictum accipiant, versus omnes partes elasticitatem suam exerunt, comprimunt, comprimuntur; oscillant, ut superius exposuimus, cum corporum elaterium explicavimus: aerem igitur circumpositum versus omnes partes alternis, & crebris vibrationibus premunt, & impellunt. Ex eadem etiam caussa sphæricæ aeris crustæ, & superficies concentricæ vim, & alternas agitationes consequenter acceptas in superficies proximas ampliores consequenter etiam transferunt, mutuisque percussionibus acceptis, & datis, tamquam horologii pendulum, citissime oscillant.

LEX

LEX III.

251. *Ex variis impedimentis fit sæpissime, ut hujusmodi oscillationes multipliciter, & inæqualiter interrumpantur, multiplicique modo afficiantur, & mutentur.* Rem in adducto aqueorum circulorum exemplo fieri passim videmus; si aliqua ex parte ripæ, parietes, lignum, aut corpus quodcumque solidum circulorum dilatationem interrumpat, sistat, & regerat. Nonnumquam aquei circuli regeruntur, & alio ob impedimentum diriguntur; rumpitur aliquando; & diffringitur periphæria; interim tamen circa impedimentum, si fieri possit, rupta circumferentia aquea veluti flectitur, illudque progrediendo circumdat; quoad in aversa obstaculi parte fracta iterum superficies in unum coit, ulterius dilatatur, & obstaculum intra se ipsam comprehendit. Postremum hoc facile observabimus, si intra stagnum arbor, aut columna existat, aquis undique circumdata; circa eam enim aqua refringitur, & veluti flectitur, ut illius superficiei sese accommodet.

252. In iisdem etiam aqueis circulis sequentia observamus, e quibus plurima soni explicantur phænomena. I. Si concava sit impedimenti superficies, & in oscillationum centrum respiciat; aqueæ circulorum periphæriæ ad centrum regrediuntur. II. Aquei circuli eo magis debilitantur, quo magis a centro recedunt. III. Si impedimentum sit ita dispositum, ut latera desinant in angulum; aqueæ periphæriæ in anguli lateribus repercussæ versus ejus apicem diriguntur, sibi occurrunt, & altius ibi aqua attollitur. IV. Si impedimenti superficies, aut latus sit elipsis v. g. neque centrum circulationum directe, sed oblique tantum ex parte concava respiciat, fit nonnumquam, ut aquea periphæria in unum obstaculi latus, centro vicinius, impacta, in oppositum directe regeratur. Hæc omnia aquearum oscillationum phænomena in aere etiam, subtiliori fluido, locum habent: hoc tamen discrimine, quod in aqua lente, & paulatim, in aere citissime, & vivide oscillationes procedunt.

LEX IV.

253. *Sonus non in momento temporis, sed consequenter, seu paulatim propagatur.* Id ex allato exemplo, & exposita hactenus soni natura, seu aeris vibrationibus patet: tempus insumi necesse est, dum aliæ, & aliæ aeris superficies, seu crustæ comprimuntur, sese restituunt, alias comprimunt, agitantur, & agitant, ut oscillationes, & tremorem ulterius semper transmittant. Omnia quippe hæc per motum fiunt, ad quem temporis successio necessario requiritur. Hinc fit, ut qui inæqualiter a corpore sonoro distant, eumdem sonum diversis temporibus audiant, prius quidem proximiores, postea vero magis remoti secundum distantiarum rationem.

254. Ex eodem principio, sponte deducitur, audiri sæpissime sonum, cum jam corpus sonorum obmutuit, nullum sonum edit, nullumque jam audiunt, qui sonoro corpori viciniores existunt. Partes quippe sonori corporis, aut aeris, per quem sonus transmittitur, agitationem, tremorem, & oscillationem in sequentem aerem juxta leges motus transferunt, iisque translatis quiescunt: translatis oscillationibus, & partibus sonori corporis, aut circumambientis aeris quiescentibus, nullus ibi erit sonus, sed eo loci audietur, ad quem oscillationes per translationem appulerint. Id etiam aquæ exemplo manifestum est.

LEX V.

255. *Sonus per aerem potissimum, sed crassum, densum, aut compressum propagatur: aqua vero, cæteraque corpora non elastica, tam fluida, quam solida, tam mollia, quam dura transmittendo sono sunt inepta.* Tam quippe ad sonum edendum, quam ad transmittendum requiritur elaterium, & partium rigiditas. Et inde est, quod corpora mollia, v. g. lana, aqua, terra, & alia similia sonum hebetant, aut penitus extinguunt. Idem est de aura ætherea, ut experimento superius allato, & aliis multis demonstratur: sed auram hanc æthereAm non ex defectu elasticitatis transmittendo sono ineptam dico, sed ex mira subtilitate, qua fit, ut in auris fibras actione

ad

ad excitandum sensum apta agere non possit. Ex eodem capite est, quod aures gossipio occludamus, ut nobis a sonorum aliquorum incommodis caveamus: Ex eadem causa, quod densior fuerit aer, & majus illius elaterium; facilius, & intensius sonum edet, aut transmittet, quàm si rarior; & ob vaporum copiam, minus elasticus. Unde I. idemmet sonus facilius, atque vehementius auditur, & transmittitur ad montium radices, quam supra eorum summitates: sereno; & limpido cœlo, quam pluvio, & nebuloso: in primis enim locis, & temporibus aer est magis compressus, & elasticus, quam in secundis. II. In machina pneumatica idemmet tintinnabuli, seu alterius sonori corporis pulsus, quo magis comprimitur, & addensatur aer, magis intenditur: quo vero magis extrahitur, & rarescit, magis etiam debilitatur. Ex dictis hactenus omnia soni phænomena, & effectus deducuntur: ea autem ad ejus propagationem, reflexionem, augmentum, & consonantias præcipue spectant. Pauca e multis exponemus.

256. Duo etiam hic prætermittenda non sunt; quæ ad soni propagationem, & communicationem spectant, atque observatu facillima, & digna sunt. Primum: si prope tenuem fumum e materia non satis accensa sursum erumpentem, & adscendentem, prope modicam flammam, atomos in radio solari natantes, & visibiles, aut etiam prope aquæ v. g. vel aliorum liquorum superficies instrumentum pulses, aut concentus edantur; fumum, flammam, atomos, aquarum superficiem oscillare, agitari, saltitare, eosque tremores edere, quos instrumentorum chordæ producunt, non sine jucunditate observabis.

257. Secundum: Si aures gossipio v. g. aut alia quacumque materia rite obtures, ut externos sonos non amplius percipias; postea vero chordæ extremum dentibus mordeas aut stringas, eamque interim pulses; chordæ sonum audies. Primum est undarum, & oscillationum aeris in fluida illa corpora transmissionis consequentia. Ad phænomenon tamen edendum certa partium similitudo opus est, juxta inferius de consonantiis dicenda. Neque enim ad quemcumque sonum tremunt corpora, quantumvis alias levissima. In secundo casu ad internum auditus organum transmittitur sonus, non quidem per auris

cochleam, sed per Eustachianam tubam ab ore in aurem productam, & inferius describendam.

LEX VI.

258. *Sonus per lineas semper rectas diffunditur, & propagatur, quamdiu obstaculum non offendit, a quo ad viam curvam, seu ad directionem mutandam repercutiatur*. Hæc soni proprietas de radio quocumque seorsum spectato intelligitur: est dicere, sonori radii per datam directionem emissi, per illam ulterius semper diffundi affectant. Neque id sphæricæ soni versus omnes partes diffusioni a centro opponitur: ut in allato exemplo perspicuum est: Etenim ex prima regula motus oscillatio eam semper directionem tenebit, quam primo tenuit, quamdiu externa aliqua caussa eam alio non inflectat, atque dirigat. Quod si idem etiam soni radius ad latera suæ directionis spargitur, seu communicatur; id 1. est ex natura, & plexu partium medii, per quod transmittuntur radii; 2. Radii quicumque longissime semper melius per eorum directionem, quam ad latera, aut in orbem communicantur. Clarius hæc ex sequenti lege intelligentur.

LEX VII.

259. *Quantumvis sonus in orbem propagetur, & diffundatur, longe tamen vehementior est, & fortior versus eam partem, quam sonorum corpus respicit, & in quam recta tendit sonus, nullumque impedimentum offendit: si cætera sint paria*. Innumeris passim experimentis hujusce rei veritatem edocemur. Longius, clarius, & vehementius sonat vox concionatoris, aut sclopeti sonitus, si primam e regione suggestus, alium vero secundum sclopeti directionem audias. Id ipsum experimur, cum ab una via, quæ turrim, & pulsatum intra illam æs campanum non respicit, flexo angulo, ad aliam, quæ ad turrim, & æs campanum recta dirigat, vertimus iter. Validiores enim sunt vibrationes, & impulsiones rectæ, quam obliquæ, & mobile vires suas versus eam partem potissimum exerit, ad quam dirigitur.

LEX

LEX VIII.

260. *Intensitas soni a sonoro corpore recedendo sensim minuitur, & magis semper, & magis debilitatur in eadem ratione, qua augetur spatii, per quod diffunditur amplitudo*. Hæc proprietas intelligenda est de sono a corpore sonoro, tamquam a centro in orbem diffuso. Res vero in aquei circuli exemplo est manifesta. Deinde motus quantitas eo debilior est, quo per majorem materiæ massam distribuitur juxta motus regulas alibi demonstratas; dum igitur circuli sensim ampliantur; oscillationes decrescere necesse est. Quod si sonus ita propagetur, & diffundatur, ut spatium, per quod diffunditur, non amplietur, sed vel idem omnino maneat, vel etiam decrescat; phænomena longe diversa observabuntur: in alio enim casu idem semper erit sonus, in altero vero augebitur, ut inferius explicabitur, cum de *tuba stentoria* sermo sit.

LEX IX.

261. *Idemmet sonus ab eodem corpore, eademque intensione editus ad inæquales distantias pervenit, & auditur; si per media etiam diversa quoad elaterium, rigiditatem, & densitatem, diffundatur*. Alia enim media sonum extinguunt, alia facilius, difficilius alia transmittunt. Inde est, quod sonus difficillime, & non nisi remisse per corpora solida ad exiguam distantiam audiatur. Hæc tamen qualiscumque transmissio soni per corpora solida particulis aeris intra ipsorum corporum sinus, & poros latentis potissimum referenda est: simili etiam de causa sonus intra aquam, ad parvam tamen profunditatem auditur. Urinator ad decem orgias demersus tormentum bellicum supra aquæ superficiem explosum non audivit, teste *Gassendo*; audiret tamen, si ad unam tantum, vel alteram orgiam demergeretur. Idem postea tentarunt *Nollet*, & *Gordon*: cum in aquam sese ad diversas profunditates immergerent; sonum admodum debilitatum percipiebant (a). Fuisse in Impera-

(a) *Gordon Phys. experim.* §. 925.

torum ſtagno piſces, qui, ſuo quique nomine, vocati ſurſum emergerent, & ordine ad vocantem accederent, author eſt *Plinius*, penes quem ſit fides (*a*).

LEX X.

262. *Sonus facilius, & longius verſus eam partem propagatur, quo ſpirat ventus; & a vento ſpirante contra aliquantulum impeditur*. Plurimum ea de re diſputatum eſt, & pluries repetita tentamina. In re dilicata a plurimis circumſtantiis, & ab exiguo temporis diſcrimine pendente facile non erat a ſcopo non aberrare. *Gaſſendus*, & florentini academici, nihil a vento juvari, aut impediri ſonum contendebant. Contra vero *Derham*, & academici galli, re per magnas locorum diſtantias tentata, legem obſervari deprehenderunt (*b*). Idem ſuadet ratio. Cum enim ventus ſecum ferat aerem, immo in aeris tranſlationibus conſiſtat; aeris oſcillationes a regione venti removentur, & in adverſam plagam deferuntur. Quo major igitur fuerit ventus, eo magis in partem alteram juvabitur, ab alia retardabitur. Rem oculis animadvertimus, ſi circulos aqueos in fluente aqua excitemus: longius, & lentius ſecundum aquæ fluxum, quam contra illum diſtenduntur eorum circumferentiæ. Hujuſmodi diffuſionis diſcrimen in magnis ſolum diſtantiis fit ſenſibilis: in parvis obſervari vix poteſt. Eſt enim velocitas ſoni 1200. pedes ſecundum mox dicenda, maxima vero venti celeritas eſt 66. pedes in ſingulis minutis ſecundis, ventuſque mediocris 10, 15, 18. pedes conficit: diſcrimen igitur in ſingulis 1200. pedibus eſſent pedes 10, 15, 18. &c. hoc eſt in parvis diſtantiis inſenſibile.

263. Sonus tamen ſonum contrarium non impedit: eadem quippe maſſa aeris a diverſis partibus impulſa, agitata, & modificata, ſingulis motibus ſeſe accommodans modificationes omnes tranſmittit, ut alibi expoſuimus, cum de motu diſputavimus: hac de cauſa radii luminoſi contrarii ſeſe non impediunt. Id ipſum in aqueis circulis obſervamus. Pluribus lapillis in diverſa puncta ſuperficiei aquæ ſtagnantis ſimul

(a) *lib.* 10. *cap.* 20.
(b) *Mem. de l'Acad.* 1738.

mul incidentibus, circuli e singulis centris nati, dum ampliantur, sese mutuo secant, & in diversa tendunt, quin perturbentur. Sonum utique noctu, omnibus silentibus melius, quam interdiu andimus: id tamen non ex mutuo sonorum impedimento, & contrarietate provenit, sed quod mentem pluribus interdiu distrahimus, quam noctu.

LEX XI.

Circa soni velocitatem.

264. Multiplici experimento soni velocitas comperta est. Juxta *Newtoni*, *Flamstedii*, *& Hallei* observationes conficit sonus 1070 pedes Parisinos singulis minutis secundis præter propter, seu pedes Londinenses 1142. (*a*). *Mersenus* tamen ex observationibus a se factis posuerat, sonum singulis minutis secundis conficere pedes Parisienses 1200. (*b*). Accuratius, credo, rem explorarunt Academici Florentini, quorum tentaminibus compertum est, sonum minuto secundo pedes Parisienses 1160. percurrere (*c*); ac proinde singulis 4. minutis secundis milliare fere conficere: integrum enim milliare quinque pedum Parisinorum millibus constans inter quatuor minuta secunda, & 19. tertia percurret. Hanc Florentinorum observationem, & positionem experimentis conformem deprehendit *Derham* (*d*), & multi communiter aliis præferunt. Similia tandem in America circa hasce quæstiones a *Derham* primum propositas facta sunt ab academicis Parisiensibus experimenta. Summa rei fuit, contrario quidem vento aliquantulum retardari sonum, adjuvari secundo; velocitatem illic etiam terrarum eamdem circiter observatam, ac a *Derham* fuerat posita: id vero, quæcumque foret soni directio, aut magnitudo (*e*) obser-

(a) *Princip. l. 2. prop. 50.*
(b) *Proluf. l. 9. prop. 4.*
(c) *Saggi di naturali esperienze exp. 3. intorno al suono.*
(d) *Transact. Phil. n. 312.*
(e) *Observationes phys. pro D. Jorge Juan. lib. 4.*

servationibus etiam exploratum habemus, sonum intensum, aut remissum, fortem, aut debilem, in principio, aut in fine diffusionis, prope corpus sonorum, aut in quacumque ab illo distantia eamdem habere velocitatem. Comperta soni velocitate, nullo negotio sonori corporis distantiam calculo dignoscemus; si tempus, seu minuta secunda ab edito sono usque dum ad nos perveniat, interfluxa numeremus, & singulis minutis secundis 1160. pedes tribuamus. Eo pacto fulguris, seu procellosæ nubis distantiam facile comperimus; tempus enim inter visum fulgur, & auditum sonum ope horologii numeratum v. g. 9. minuta secunda, per 1160. multiplica; productum 10440 pedes, seu duo milliaria, & 440. pedes sunt nubis ab observatore distantia. Cum arteriæ hominis sani pulsationes minutis secundis fere sint æquales; earum ope numerari tempus potest. Sonus ultra ducenta millia passuum a sonoro numerata non diffunditur. Soni igitur per aerem velocitatis lex hæc observatur.

265. *Omnes soni, magni, parvi, graves, acuti; in principio, medio, aut in fine diffusionis eamdem habent velocitatem; hæc vero velocitas est 200. pedum Parisiensium paulo minor.* Utramque legis partem innumera confirmant experimenta: a quibus tantum hujusmodi proprietates edocemur. Rationi in speciem quidem opponi videntur: penitius perpensa ab illa etiam probatur: quod ut clarius pateat unam vel alteram, quæ obviæ sunt, difficultates proponamus.

Prima: Qui fieri potest, ut soni vehementis, aut debilis, prope sonorum corpus, aut in quacumque ab illo distantia eadem semper sit celeritas; cum in primis circumstantiis majores proculdubio, & vehementiores sint oscillationes? Resp. Ejusdem penduli oscillationes, quantumvis majores, aut minores sint, eodem tempore absolvi, ut in Statica Physica demonstravimus; cum oscillationes in itu, & reditu consistant; major quidem, & intensior fit motus, non tamen celerior illius diffusio ob earum magnitudinem. Uno verbo aeris partes, quæ per majus spatium, aut arcum a sonoro corpore recedendo, & sonum promovendo, oscillant, per majus etiam spatium, & arcum versus sonorum corpus, sonum veluti retrahendo, redeunt.

266.

266. Secunda difficultas, quæ est in præsenti argumento celebris, atque penitiorem soni proprietatem, & naturam tangit, ad præcipuum hoc caput reducitur. Soni majores, & vehementiores multo majores habent vires, longeque vehementius aures feriunt, quam si parvi, aut debiliores existant: idemque etiam sonus a corpore sonoro, hoc est, a suómet principio, caussa, & centro ad ultimum usque terminum, ubi penitus evanescit, sensim debilitatur, atque languescit: si ergo omnes soni sunt aeris tremores, atque oscillationes, hoc est, aeris motus; majori sane velocitate aerem moveri opus est, dum magno, quam dum parvo, excitatur, atque transmittit sonum: ut eadem materia, hoc est aer vehementiori ictu aures nostras percellat; majori velocitate in aures deferri necesse est: ex ipsa igitur natura impacti ictus, atque virium theoria constare videtur, velocius vehementem, quam debilem sonum propagari debere. Resp. Ut clarius & difficultatem & responsionem exponam, rem altius repetamus. Vel ictus in obstaculum impressus, a corpore de loco ad locum translato provenit, vel potius a materia tremente, & oscillante, atque oscillationes, tremoremque suum in aliam materiam transmittente. Primum in obviis corporum impactionibus passim visitur: secundum vero in corporibus compressis, & partes suas expandentibus, quin corpora ipsa locum mutent, observamus. In primo casu impossibile est, augeri ictum & vires ejusdem corporis, quin illius etiam velocitas augeatur: sunt enim massa, & velocitas duo virium elementa: viribus ergo auctis, seu crescentibus, aliquod saltem ex eorum elementis augeri necessarium est: si ergo eadem manet corporis massa, a majori illius velocitate virium incrementa repetere oportet. In secundo casu non transfertur de loco ad locum materia, sed per materiam non translatam transfertur oscillatio, & tremor: oscillatio autem, & tremor duo necessario includunt, itum & reditum: itus, reditusque major majores; itus, reditusque minor minores oscillationes efficiunt: hujusmodi autem itus, & reditus, si inæquales sint, eadem velocitate transmittuntur, inæquales tamen ictus imprimunt. Rem in exemplo sonis prorsus analogo exponam. Sint duæ æquales

se-

feries æqualium, & fefe tangentium globulorum elafticorum in lineis rectis ex hoc loco ufque ad oppofitum murum jacentium: directionibus centralibus primos utriufque feriei globos viribus valde inæqualibus feriamus: prima fcilicet feries ictu, ut duo, fecunda ut 6 percutiatur: primus utriufque feriei globus ex oppofitis in percuffionis directione punctis comprimitur, & complanatur: quoniam tamen funt æqualiter elaftici, eodem tempore fe fe reftituunt, atque fefe reftituendo fimilem in compreffione reftitutionem, feu ofcillationem, & tremorem fecundis, fecundi tertiis ufque ad ultimos communicant. Ictus in oppofitum murum & eodem tempore appellunt, & erit unus alterius triplus. Hoc fecundum eft evidens: quia fi globi fint perfecte elaftici; tantum reddent, quantum accipiunt: ergo vires in primos impactæ, ad ultimos, immo & ad murum perveniunt integræ. Si vero imperfectam habeant elafticitatem; cum hæc fit in omnibus fimilis; proportionaliter debilitantur ofcillationes in utraque ferie æquali: ergo in eadem ratione deveniunt ad murum, atque fuerunt in primos globos impactæ.

267. Primum autem etiam eft evidens ex theoria elafticorum compreffio, & reftitutio globorum eft ofcillatio: at idem pendulum eodem tempore inæquales ofcillationes abfolvit: eadem chorda æqui diuturnas efficit ofcillationes inæquales: iidem, aut fimiles globi elaftici eodem tempore inæqualiter ofcillant, hoc eft, majores compreffiones, & reftitutiones in fe fe efficiunt: ergo æqualiter finguli utriufque feriei globi fibi refpondentes ofcillarent, & ofcillationes in alios tranfmitterent: ergo ofcillationes, hoc eft, vires inæquales eodem tempore a primis utriufque feriei globis ufque ad ultimos, & murum pervenirent. Hic vero eft cafus fonorum: feries globulorum fimilium, & elafticorum funt partes aeris inter loquentem, & audientem difpofitæ: impactiones in primos globos funt loquentium voces: muri funt audientium aures: ex ratione igitur, & indole ofcillationum, atque infimul ex corporum elafticorum motu, atque proprietatibus ad evidentiam ufque deduco, & confirmo, fonos omnes, aut vehementes fint, aut debiles, aut in principio, aut in fuæ diffufionis termino confiderentur, æquali fem-

per

per velocitate deferri. Id vero minus erit mirandum, si duo animadvertemus: primum sonum, seu tremorem aeris itum semper, & reditum includere: majoremque itum per majorem reditum compensari; secundo majorem ictum in aure non ex aliqua massa aeris motu translata, sed ex majori ejusdem aeris magis compressi restitutione provenire.

LECTIO VII.

Proprietates Soni.

§. I.

Magnitudo Soni.

268. Diximus jam superius, sonorum corpus esse oscillationum, seu soni ipsius centrum, a quo in sphæram versus omnes partes dilatatur. Hinc sequitur, sonum in prædicto centro, seu sonoro corpore esse intensissimum: eoque magis debilitari, quo magis ab hoc centro receditur: in corpore enim sonoro, seu centro est tota illa motus, seu tremoris quantitas in exigua materia, spatioque existens: dum a centro circumquaque diffunditur, seu spargitur sonus; eademmet motus quantitas, quæ prius erat in centro, majori semper, & majori materiæ quantitati communicatur, per eamque distribuitur: crescente autem materia, per quam eadem motus quantitas dividitur, minor erit in singulis partibus, debiliorque motus.

269. Hinc vero manifeste deducuntur sequentes magnitudinis soni leges.

I. *Sonus circumquaque se diffundens in sphæram per aerem liberum decrescit in ipso aere in ratione inversa duplicata distantiarum a sonoro corpore.* Hæc enim est ratio, qua crustæ, seu superficies sphæricæ aeris concentricæ augentur: ea igitur ratione decrescit sonus, seu intensitas vis illis superficiebus communicatæ.

II. *Si spatium, per quod diffunditur sonus, seu materia, cui communicatur, non ampliaretur, sed sonus propagaretur per lineas parallelas, atque solummodo ma-*

materiæ elasticæ inter illas parallelas existenti communicaretur; tum vero non debilitaretur sonus.

270. Intensitas soni dicitur etiam *magnitudo* soni: alii enim sunt magni, fortes, vehementes, intensi; alii vero, parvi, debiles, ac remissi. Quid tamen physice est, alium sonum esse magnum, ac fortem, alium vero parvum, & remissum? Jam supra indicavimus, intensitatem, hoc est, magnitudinem soni (cum ille sit tremor, seu peculiaris motus materiæ elasticæ), vel in corpore sonoro, vel in medio consideretur, ex duplici capite augeri, vel minui, intendi, vel remitti, a densitate scilicet materiæ, & a majori motu, stante semper eadem elasticitate (alias enim crescente etiam elasticitate augetur etiam sonus). Is igitur augetur, hoc est, intenditur, majoresque acquirit vires ex triplici hac caussa: vel quia plus materiæ tremit, vel quia eadem materia magis, hoc est, majoribus oscillationibus tremit; vel utroque de capite. Sonum ergo esse magnum, augeri, intendi, est, trementis materiæ oscillationes esse magnas, augeri, majores, & majores fieri, vel multum materiæ oscillare: sonus vero editur parvus, debilis, remissus; quia vibrationes sunt exiguæ, vel exigua materia oscillat, vel utroque etiam de capite.

Hæc omnia in sono directe emisso, & circumquaque a sonoro corpore diffuso locum habent. Sonus tamen non solum directe spargitur, sed etiam reflectit: in sono autem reflectente præter ea, quæ modo diximus, alia etiam accretio, & diminutio observatur.

271. Relationes igitur sonorum inter se sunt *magnitudo, aut parvitas; gravitas, aut acuties; diuturnitas*, aut *brevitas*: & secundum generales hasce relationes dividitur sonus in *magnum*, & *parvum*; in *gravem* & *acutum*; in *longum*, & *brevem*. Hæc omnia sunt relativa; cum unus sonus ad alium relatus, sit gravis; si cum altero comparetur sit acutus. Prima divisio, & relatio soni, nimirum *esse magnum*, aut *parvum*, respicit spatium, seu materiam majorem, vel minorem ad singulas oscillationes concitatam. Secunda respicit tempus, in quo singulæ oscillationes peraguntur. Tertia respicit etiam

um tempus, non id tamen, quo vibrationes singulæ absolvuntur, sed id, quo sonus durat. Hinc patet, unum, eumdemque sonum posse esse & magnum, & acutum, & longum, hoc est, omnes supradictas relationes habere, & ad singulas divisiones spectare. Quin immo, cum hæc omnia sint relativa, idemmet sonus magnus, & parvus, gravis, & acutus dici potest, si ad diversos alios sonos referatur.

Magnitudo soni cum intensitate confunditur; utraque enim ex materia, quæ oscillat, & spatio, quod oscillatione percurritur, communiter desumitur.

§. II.

Soni accretio, & repercussio, ubi Echo explicatur.

272. Cum sonus sit corpus, seu in motu corporis consistat, juxta leges suo loco traditas ab obstaculis, directam illius propagationem impedientibus, reflecti necesse est: hoc est, sonus ita resiliet ab obstaculis, ut angulum reflexionis efficiat angulo incidentiæ æqualem: ex his autem sequentia deducuntur, quæ experientia demonstrat. Sit camera quæcumque E C A (fig. 27.), cujus parietes in elypsim sint conformati, & unica superficie polita terminentur: duo homines ex diametro oppositi ad extremitates E A axis majoris existant, quorum prior conversus ad murum, & ore ad parietem prope applicato loquatur; alter vero aurem similiter ad parietem applicet: quæcumque loquatur prior, licet submissa voce proferantur, audiet secundus, & vicissim: dum interim, qui in eadem camera hac illac existunt, nihil omnino percipiunt. Vibrationes seu radii sonori A B, A C à loquente in murum impacti, & juxta reflexionis legem reflexi ad punctum E oppositum regeruntur, ibique coeunt: licet igitur submisse loquatur A, neque oscillationes seorsim sumptæ clarum, aut sensibilem efficiant sonum; propterea que vox nulla audiatur in aliis cameræ locis, ubi radii diffundantur dispersi; in puncto tamen concursus clarum efficiunt. E longinquo igitur per medios homines nihil prorsus percipientes secreta communicare loquendo possumus. Duas hujusmodi cameras esse, aliam quidem in pari-

siensi

fiensi specula, *Haller*, in porticu aulæ Hetruscæ alteram, inquit *Boerhaave* (a).

§. III.

Camera Acustica.

273. Duo etiam homines a se invicem intra eamdem cameram, quantumvis longam remoti, & alius ab alio aversus secreto confabulari mutuo possunt: immo & clare percipere quæcumque alii in eadem camera existentes inter se confabulantur. Primum fit, si duo oppositi cameræ parietes A B, C D (fig. 28.) sint parabolici, & duo homines se se invicem alloquentes in parabolarum focis existant, ad suam quisque parabolam conversus. Id ex natura parabolæ & ex lege reflexionum oritur. Homo F versus in parabolam C D corporis sui mole directam vocis diffusionem ad partem posticam impedit. Radii vero sonori F C, F G, F H, F D, ab ejus ore in parabolam incidentes, & ab ea ad aliam parabolam paralleli ad axim reflectentes, a secunda item parabola reflexi in illius focum diriguntur, coeunt, & clarum sonum efficiunt. Ex eadem ratione, qui in focis existunt, voces eorum, qui in media camera secreto loquuntur percipiunt: non viceversa. Utrumque ex lege reflexionum constat, atque ex parabolæ proprietate in Geometriæ elementis indicata.

274. Si solum sit nive coopertum; minus aptum erit ad sonum reflectendum, quam si sit lapidibus, aut alia reflectente materia instratum, aut nudum etiam existat. Nivei enim flocci ex innumeris filamentis mollibus conflati, superficiem habent sinuosam, & massam non elasticam. Inde est, quod aereæ undæ, & vibrationes in hujusmodi superficiem, & corpus impingentes obtundantur, & parum resiliant. Hinc etiam est, quod dum ningit, immo etiam dum pluit, cæteris quidem paribus, minus propagetur sonus, quam dum sudum est cœlum, aerque ab niveis floccis, aqueisque guttis liber existit. Præter enim jam dicta plurimum aeris intra floccos,

(a) *Prælect. ad n. 551. Haller in notis ad cit. num.*

cos, & aqueas guttas irretitur, & non parum, dum se non explicat, de sua elasticitate amittit. Ad eamdem etiam causam referendum est vulgare illud phænomenon, omnibus notum, quod eo magis intra templum, aut domum quamcumque aliam debilitetur sonus, & concionantis vox hebescat, quo major illuc fuerit auditorum numerus, aut muri ipsi, tectum, & pavimentum periſtromate fuerint ornata, & cooperta.

§. IV.

Echo.

275. Ex iisdem reflexionum legibus proveniunt mirabiles illæ reflexæ voces, quas *Echo* nominamus, celeberrimam Poetarum mendaciis materiam. *Echo* nihil est aliud, quam voces reflexæ, seu aeris oscillationes reflexæ, & aurem perinde, atque si directæ essent, afficientes, cum auris a sono directo jam non modificetur: Alia est *Echo* monosyllaba, alia dissyllaba, trisyllaba, quadrisyllaba &c. Aliquæ ad septemdecim, 20, & plures syllabas distincte pronuntiant, aut potius reflectunt. Rursus alia *Echo*, est *monophona*, quæ easdem syllabas, aut voces semel tantum pronuntiat; alia *polyphona*, quæ pluries eamdem vocem reddit. Celeberrima est *Echo* prope Mediolanum in villa Simonetta, quæ vocem quater, & vigesies, immo & trigesies aliquando reddit. Alia in Galliis prope *Ormesson* vocem eamdem interdiu quatuordecim vicibus, noctu vero septemdecim remittit. Similiter alia fertur esse in Anglia prope *Voostock*, intra roborarium, quæ vocem noctu vigesies, interdiu decies, & septies reddit (*a*). Nulla fortassis est soni reflexio, & echo majori admiratione digna, quam quæ intra maximam Ægypti pyramidem redditur. Eamdem vocem intra pyramidem editam duodecies repeti, ii observant, qui curiositatis sciendi, & monumentum illud antiquum æque atque mirabile examinandi gratia pyramides Ægypti invisunt, & examinant. Præter alios rem nobis descripsit Grea-ves

(a) *Journal des sçavans. Aout 1677.*

ves præſens reſtis, & obſervator diligens.(*a*). Vocis repetitio ex ambulacri, & camerarum intra pyramidem poſitione pendet. Eorum omnium ratio ex reflexionum legibus, ex varia obſtaculi figura, & diſtantia, & ex medii inſuper ipſius aeris ſtatu petenda.

276. *Formabitur igitur Echo, ſi vox in obſtaculum mediocriter diſtans, durum, ſolidum, concavum e regione impingat.* Hujuſmodi ſunt plurimæ cavernæ, aut rupes, templorum, & magnarum ædium anguli; valles profundæ, ſylvæ etiam denſæ, & alia ſimilia. Omnes has conditiones in ſingulis, & omnibus Echo reperiri, ad omnes eſſe neceſſarias, ratio, & experientia demonſtrat.

277. Primo debet obſtaculum eſſe concavum, & curvatura ſua loquentem reſpicere; ut oſcillationes, & ſonoros radios reflectendo congreget, & apte collectos ad vocem efformandam regerat. In convexa enim ſuperficie diſpergerentur, in plana debilitarentur, & formandæ voci inutiles redirent, ut ex luminis ab hujuſmodi figuris reflexione ſatis perſpicuum eſt: neque enim ſpeculum planum, aut convexum ſolares radios in illud incidentes congregat, aut ignem producit. Sed hujuſmodi effectus a ſpeculis ſolummodo ſeu obſtaculis concavis, ſolem reſpicientibus producitur: ſimili autem modo reflectuntur radii luminoſi ad efficiendum ignem, atque radii ſonori ad reddendam, & formandam vocem.

278. Secundo, niſi obſtaculum ſit denſum, ſolidum, elaſticum, aut durum; radios apte reflectere non poteſt; eas enim conditiones in omnibus corporibus reflectentibus intervenire, atque neceſſarias eſſe, ſuo loco demonſtravimus.

279. Tertio; certa requiritur diſtantia, ut interea ſonus directus evaneſcat, dum reflexus ab obſtaculo ad aures pervenit. Si vibrationes ſimul jungerentur in aure; nullæ diſtinctæ voces perciperentur. Hiſce poſitis, adducta phænomena facile explicantur.

280. Primo: ſi una tantum ſit integri obſtaculi curvitas, aut plures ejus anguli, & rupes, ex quibus voces reſonant, in eadem ſint diſtantia a loquen-

(a) *Greaves Deſcription of the pyramid. pag. 67.*

quente, & unicam veluti cavitatem obstaculi efficiant; *Monophona* erit *Echo*. Cum enim omnes partes reflectentes in eadem sint distantia; sonus a singulis partibus insimul reflectitur, & eodem etiam tempore ad aurem pervenit. Vibrationes igitur ad eumdem sonum spectantes, semel tantum aures afficiunt.

281. Secundo. Quod si ita disposita sint ædificia, rupes, valles, anguli, aut sylvæ, ut partes aliæ aliis notabiliter magis distent a loquente, singulæque vocem, seu vibrationes regerant versus eundem; necessario una, eademque vox pluries repetita per reflexionem audietur; totiesque distinctam percipiemus, quot sunt peculiares, & sejunctæ obstaculi curvaturæ ab inæquali distantia vocem reflectentes. Aliam enim post aliam reflexionem ob variam distantiam ad aurem pervenire, necesse est.

282. Eadem scilicet syllaba, aut vox prolata, & directe emissa a loquente in primam, secundam, tertiam curvaturam, aut angulum consequenter, & seorsim appellit: in singulas autem impingens, a singulis illico regeritur: prius igitur redditur a prima, postea a secunda, deinde a tertia.

283. Formabitur etiam sæpe *Echo* polyphona ad eum modum, quo ejusdem objecti A (*fig.* 29.) plures sunt, & videntur imagines in eodem speculo B ante faciem posito. Si non duo tibi specula opponas, sed in illud B, in quo te respicis; aliud convertas F; duas tui imagines in uno eodemque speculo videbis, ad diversas tamen distantias. Prima C vicinior, & distinctior formatur a speculo tibi directe opposito per unicam reflexionem: secunda D remotior, & minus distincta per triplicem reflexionem formabitur: & hinc multo confusior depingetur. Speculum enim B reflectit radios ad F. F iterum ad B; B tertio ad A. Quod si aliud speculum G in distantia B existat, & radios reflectat ad speculum F, E vero iterum ad G, vel B, unde iterum reflectantur ad A; tertia etiam apparebit imago; & sic deinceps. Est enim in Catoptrica notissimum, multiplici ratione, & speculorum combinatione in uno eodemque speculo multiplicari posse unius, ejusdemque objecti imaginem: maxima autem est analogia inter lucem, & sonum; inter specula, seu obstacula lucis, & obstacula soni; inter lucem reflexam, & sonum item reflexum, ut

in loco clarius exponetur : prædicta igitur ratione fiunt *Echo polyphonæ*. Haberi illæ debent, tamquam specula polyphona soni, multiplicem ejusdem vocis imaginem reddentia. Hinc vero est, quod priores semper voces ab *Echo* polyphona redditæ posterioribus, veluti magis remotioribus, & dilutioribus imaginibus, sunt vividiores, & clariores.

284. Tertio. Cum interea dum sonus directus ab ore emissus ad aurem pervenit reflexus, tempus interfluat; si rupes sit ita proxima, ut sonus eundo, & redeundo tempus unius syllabæ proferendæ solum insumat; erit *Echo monosyllaba*: tot vero syllabas reddet, quot hujusmodi tempora sonus in eundo, & regrediendo insumat. Eæ vero syllabæ ad ultima directe pronunciata numerantur: *monosyllaba Echo* reddit ultimam, dissyllaba ultimam, & penultimam, & ita deinceps: ea enim tantum syllaba distincte redditur, & percipitur, quæ ad aures pervenit, cum sonus directus in iis jam fuerit extinctus. Pronuntiet v. g. locutor vocem trium syllabarum, sonusque unius tantum syllabæ proferendæ tempus eundo, & redeundo insumat: *Echo* omnes tres syllabas reddit; cum tamen illæ consequenter proferantur, & revertantur; priores duæ syllabæ ad aurem reflexæ appellunt, dum duæ postremæ directe emittuntur, & percipiuntur: tertia autem ad aurem regreditur, extincto jam trium syllabarum sono directo. Quo igitur magis distabit *Echo*, eo plures syllabas reddet.

285. *Sturmius* multiplici experimento comperit, centum saltem pedum distantiam ad monosyllabam Echo esse necessariam; ducentos ad dissyllabam, & ita deinceps.

Plurium syllabarum ab eadem Echo noctu, quam interdiu clara perceptio ex minori animæ, & aurium distractione, majori applicatione, & aere etiam minus noctu, quam interdiu perturbato, magis vero elastico provenit.

Generatim etiam in omnibus sonis observatur, quod eadem velocitate deferatur sonus directus, atque reflexus: quare vel sonus sit acutus, vel gravis, directus, vel reflexus, eamdem omnes habent velocitatem.

§. V.

§. V.

Sonorum Accretio, & Extinctio,

ſeu

Tuba Vocalis.

286. Ex iiſdem reflexionum legibus ſoni accretio provenit, & eodem fere modo in ſono, atque in lumine, calore, & aliis corporibus res iſta peragitur. Sonus augetur, & longiſſime per *tubam vocalem*, ſeu *ſtentoriam* propagatur. *Tubam vocalem* figura exhibet; eſtque tubus oblongus ab uno ad alium extremum ſenſim dilatatus (Fig. 30.) In anguſtiori extremo eam ſolum habet capacitatem, quæ os, & labia loquentis admittat. Primus illius inventor fuit P. *Athanaſius Kircher*; eam perfecit *Morlandus*, maxime tamen *Montanarius*. Tubæ breviores, per quas ad parvas tantum diſtantias audiri poſſumus, parabolicæ eſſe ſolent, ut radii in interiori parabolici canalis ſuperficie reflexi remittantur omnes ad axem paralleli. Tubæ tamen majores debent eſſe Ellyptico-Parabolicæ; ita ut prima illius pars A D D E ſit ellypſis quæ in ſecundam E F, F B parabolicam deſinat. In A, anguſtiori extremo, cui loquentis os applicatur, eſt primus ellypſis focus, alius vero in E, ubi etiam eſt focus parabolæ: unde radii omnes A C, A D in latera tubæ impingentes, ad focum E remittuntur, & coeunt: indeque ulterius producti in latera parabolæ incurrentes per E F, E F ab iis reflectuntur paralleli ad axem A B. Spatio igitur per quod radii diffunduntur, non ampliato etiam ipſi non debilitantur; ſed per longam ſaltem diſtantiam ſatis intenſi producuntur.

287. Ejuſmodi, aut ſimile aliud inſtrumentum antiquis fuiſſe notum, conſtat; fertur enim *Alexandrum*, tubæ vocalis ope univerſum exercitum poſitis caſtris, vaſtiſſimumque proinde tractum occupantem, ſæpe olim ita alloquutum, ut omnia ſinguli quaſi præſentes eſſent, intelligerent.

Sonorum etiam reflexionibus referendum eſt, quod fortior evadit, & magis intenditur vox intra do-

mum, quam in campis: in cavernis, & vallibus, quam supra montes: in camera tapetibus non vestita, quam in cubiculo peristromate, & aulæis ornato: in templo hominibus vacuo, quam frequenti populo impedito. In primis siquidem casibus reflectitur sonus, & directi intensionem auget; in secundis vero per aerem apertum dispergitur, vel in superficiebus extinguitur.

288. Multiplicium, & consequentium reflexionum ope diuturnior sæpe fit sonus, & in longius diffunditur spatium. In Portobello, in America, tormenti muralis bombus per cava montium consequenter reflexus, & auctus per 60 minuta secunda temporis eodem in loco auditur (*a*). Non solum ab arte, sed ab ipsa etiam natura constructas agnoscimus speluncas, rupes, aut voragines, e quibus reddantur voces, aut plures repetitæ, aut mirum in modum auctæ. Unum vel alterum cur ostratis gratia in medium adducam. Auctor est *Olaus Magnus*, esse in Finlandia prope littora Viburgi, ejus Provinciæ civitatis, horrendam adeo speluncam, ut si in eam vivum aliquod animal demittatur; sonus illico formidabilis edatur, quo ita audientes turbantur, atque terrentur, ut non que consistere, nec loqui possint (*b*).

289 Tradit etiam Pater *Joannes Paes* missionarius in Æthiopia, inter Gosanæ, Abissinorum regionis, milites enormem quamdam videri rupem eo modo excavatam, ut a longe aspicientibus concavum speculum esse appareat. Concavæ rupi alia opponitur e regione, e cujus summitate nihil adeo submisse dici potest, quod clare ob reflexionem in concava rupe non audiatur: si vero ex eadem summitate clames, integri exercitus clamor esse videbitur (*c*).

§. VI.

(a) *Ulloa Relacion del viage l. 2. cap. 4.*
(b) *Apud Kirker*, & *Dechales Mund. Mat. Musicæ*.
(c) *Hist. Æthiopiæ*.

§. VI.

Humanæ auris, & auditionis organi descriptio Ad sequentia intelligendum necessaria.

290. Multa hucusque de sono extra animam, edito, aut propagato, diximus, plurima adhuc dicturi. Sonus extra nos editus, & a longinquo sæpe corpore ad aurem usque propagatus, ab externa aure, in quam impingit, ad cerebrum usque transmittitur; ut inibi tandem percipi ab anima possit. Hujusmodi transmissio, illiusque modus; & ratio inter mirabiliora hujusce argumenti recenseri debet. Cum tamen illa, atque soni perceptio, & plura alia inferius dicenda, intelligi satis non possint, nisi auditionis organum prius habeamus perspectum; ejus descriptionem hoc loco præmittamus.

291. In auditionis organo, seu aure potissimæ sunt, & animadverti maxime debent sequentes partes. Primum pars exterior A B C (Fig. 23.) quam exterius prominentem omnes agnoscunt. Est hæc pars externa quædam auris expansio, tenuis, elastica, & cartilaginea, membranis aliquot obducta, prominentiis, atque sinuosis flexuris sulcata. Ejus tenuitas, & elasticitas (ut jam hinc auris partium usus indicetur), ut facile ab aeris tremoribus excitetur, eosque proinde, hoc est, sonos in se se recipiat, maxime inservit. Sinuosi vero flexus ad sonos repercutiendos, & versus inferiores aurium partes dirigendos. Id sane mirabile peritiores anatomici observarunt, eas esse auris flexuras, ut quicumque sonori radii qualibet directione in aurem perveniant, post unam, aut plures reflexiones versus cochleam, & tympanum modo describenda dirigantur, & in tympana membranæ puncto, velut in foco confluant. Mirabili illo artificio fit ut radii quicumque ad cerebrum nostrum dirigantur, eoque transmissi, coitione intendantur.

292. Ab externa expansione versus interiorem capitis partem ad tympanum usque G H producitur tortuosus ille canalis D F E, *cochlea* nuncupatus. Aperto semper ore aerem, & sonum excipit, & trans-

transmittit. Illius apertura seu amplitudo est quinquagies minor, quam totius externæ auris amplitudo: soni proinde ab aure in cochleam transmissi quinquagies intensiores sunt, quam, aure ablata, existerent. Multiplici flexu atque sinu sonus debilitatur; ne vehementius, quam par esset, tympanum pulsaret. Eadem etiam de caussa ultima cochleæ directio est ad tympani G membranam valde obliqua, cum illaque angulum efficit admodum obtusum. Cochleæ canalis ab externa aere usque ad G H semper apertus, & liber, inibi tandem desinit, & penitus impeditur. Hujusmodi impedimentum ex figura & munere dicitur tympanum: est vero tympanum G H internum quoddam cochleæ cavum, seu pars, membrana subtili, sicca, satis pellucida ita ex utraque parte comprehensum, ut tympanum referat. Membrana illa, quam aliqui tympanum etiam vocant, in modum tympani conformata, accipiendis, & transmittendis vibrationibus aeris aptissima utramque tympani basim efficiens ex omni parte margini cochleæ committitur. Ex superiori parte est aliquantulum cava; convexa vero inferius: neque ullibi est perforata. Tympani membrana, ad modum bellici hujus nominis, instrumenti, ope trium musculorum modo magis, modo minus distenditur, aut remittitur, ut ad tremores, seu oscillationes aeris, seu externum sonum ad ipsum tympanum pervenientem attemperetur, & harmonice cum illo, modo inferius explicando, contremiscat. Ab interiori tympani base parvum quoddam est spatium N M cochleæ productio, & tympanum ex illa parte contingens, quod dicitur *capsa*. Tria in se complectitur parva officula, quæ ab eorum figura, aut etiam munere *malleus* H, *incus* I, *stapes* L (Fig.24.) nuncupantur, & sibi ordine committuntur: malleus incudi, incus stapedi. Manubrium mallei convexæ tympani superficiei exterius adhæret, ab illaque tremorem, & ictus accipere potest, & transmittere in incudem, incus in stapedem, stapes in labyrintum, ut postea exponemus. Capsa est aere semper plena, quem per tenuem, & longum canaliculum ab ore ad ipsam usque productum recipit: eamdem proinde habet elasticitatem aer in capsa, & canaliculo contentus, atque aer externus, quocum communicat. Hujusmodi canaliculus, quem

quem *Aquæductum* nominamus, ad auditionem non parum inservit.

293. Ad capsæ latus visitur *labyrinthus* ORPQ, quem illa respicit per duo parva foramina, seu potius parvas fenestras, membranis tamen semper occlusas: quarum præcipua est fenestra *ovalis*, cui adhæret stapes, illius membranam pulsans. Est autem labyrinthus multiplex, & tortuosus canalium plexus, qui pluribus ductibus sese invicem circumdant, & complectuntur, atque a communi quodam atrio producti post mutuos flexus in idem atrium desinunt. Prima labyrinthi pars est vestibulum R, exigua nimirum cava capacitas intra os petrosum posita, duas fere lineas longa, lata, & profunda. Vestibulum ex omni parte in fenestras hiat: quinque foraminibus ab eo incipiunt, & in illud regrediuntur tres canales semicirculares OPQ: per quinque etiam foramina a vestibulo incipit, & cum illo communicat auditionis nervus V. Cochlea tandem S per apertum orificium ab eodem vestibulo incipit. Cavum labyrinthi, hoc est, vestibuli, canalium OPQ, & cochleæ S, aere semper plenum esse ab anatomicis communiter dicitur: qui licet neque cum aere externo, neque cum illo qui in tympano, aut capsa existit, communicetur, ab humoribus tamen renovatur, & purgatur, ut & purus semper existat; & elasticitate externum adæquet. Sunt tamen alii recentiores anatomici, *Morgagni*, *Vieussens*, *Valsalva*, *Cassebohmius*, *Haller*, qui una cum aere aqueum illic humorem esse dicunt. Aerem sane illuc a tympano ob externam atmosphæræ pressionem derivari argumentatur *Mairan*, & *Vieussens* (a).

294. Notabilis maxime est cochleæ S structura: est autem hæc canalis cavus, spiralis, quasi esset circa cônum convolutus; eumque usque ad apicem duabus integris spiris cum dimidia circum cingeret. Totum cochleæ cavum in longum in duas semicirculares spiras dividit sepimentum quodam XZ (Fig. 25.), quod quidem ex una parte est osseum, ex alia vero membranaceum. Cum hujusmodi canalis a basi, ad ve-

(a) *Vide Haller in notis ad prælectiones Boerhavii. Nota ad Num. 561.*

vestibulum posita, usque ad apicem angustior semper fit; etiam membrana sensim amplitudine decrescit. Membranam componunt series fibrarum ab axe ad periphæriam ductæ, sibique parallelæ: quare, sunt tamquam series, aut scala triangularis chordarum tensarum, & brevitate semper decrescentium. Scala hæc triangularis chordarum desinit, communicatur, & committitur nervo auditorio V, qui per quinque foramina vestibulum ingrediens, expansione sua internam vestibuli, & canalium O P Q (Fig. 23.) superficiem componit, & tandem ad cochleam flectens cum scala triangulari continuatur. Extremum alterum cavi cochleæ ad fenestram rotundam, quæ capsam respicit, tympano opponitur, & tensa membrana est clausa, terminatur. Nervus tandem auditorius per medium os petrosum cerebrum, animæ sedem, ingreditur. Peculiaria, cujusque ex supradictis partibus munera modo explicabimus.

§. VII.

Auris Partium Munera.

295. Ex data hucusque humanæ auris brevissima descriptione (longiorem si velis, ex *VVinslov*, & aliis anatomicis habeas), atque insimul ex natura externi soni in superioribus traditæ, facile intelligemus, quodnam sit descriptarum partium munus, & usus. Numquam tamen satis demirabimur mirabile illud naturæ, hoc est, Conditoris Dei artificium, qui tantulo materiali organo, omnes externos sonos totum humanum commercium, ad animam pervenire effecit. Et primo quidem auris est species quædam tubæ vocalis, a natura animalibus concessa, ut ejus ope objecta externa facilius perciperemus. Auris expansione recepti ad tortuosum canalem diriguntur, & multiplici reflexione adunantur soni, & intenduntur, tympanum pulsant, medioque labyrintho ejusmodi pulsationes ad nervum auditorium perveniunt, eoque ad cerebrum, animæ sedem, perducuntur. Unde qui expansiores, & latiores habent aures, cæteris paribus, melius audiunt. Nonnumquam obturatis auribus, oreque aperto sonos perci-

pi-

pimus: quin etiam surdus extremitatem colli pulsatæ lyræ dentibus fortiter stringens, chordarum sonos audit, & discernit: vibrationes scilicet mediis maxillis, & aeris in ore ad palatum usque contenti ad aquæductum transmissæ, per illum auditorio nervo, & animæ tandem communicantur.

296. Distinctius tamen hæc explicanda sunt. Radii soni a sonoro corpore, tanquam radii a centro, circumquaque divergentes emittuntur, & divergendo sensim, & sensim debilitantur: eoque statu, ut plurimum appellunt in aures. Nisi igitur remissæ illæ radiorum vires in aurem impingentes, & inde usque ad cerebrum transeuntes intenderentur; maxima sonorum pars nullum in nobis excitaret sensum. Externa auris expansio, cochleæ, & reliquarum partium dispositio, & indoles illi malo remedium existit. Radii sonori in expansam aurem impingentes, versus cochleam, spatium enim vero longe angustius, semel, aut pluries reflexi diriguntur: fiuntque coeundo efficaces. Ad id sane muneris præter alia, auris expansionem inservire; ex eo etiam patet quod surdastrorum defectui tuba etiam vocali inferius describenda, & sonos cogente, remedium afferamus. Intortus cochleæ canalis efficit, ut radii introrsum admissi, nonnisi oblique, & post reflexionem in tympanum appellant. Nisi ita esset, ob nimiam eorum intensitatem læderetur sæpe tympanum, & nulla fieret auditio.

297. Exterior tympani membrana transmissas illuc aeris oscillationes accipit: ut vero omnium sit capax, musculorum ope magis minuive intenditur, aut remittitur: perinde ut bellica tympana, ut quibuscumque consonet vibrationibus. Prioris membranæ tremores ad interiorem medio tympani aere, ipsiusque membranæ continuatione transmittuntur. Iis omnibus agitatur malleus, quo medio in incudem, indeque in stapedem transeunt. Stapes igitur hæc omnia in fenestræ *ovalis* membranam imprimit, in continuum vestibuli aerem transmittenda. Oscillationes aeris in vestibulo existentis per intortos labyrinthi canales, & internam cochleam diffunduntur, & in auditorium nervum illic expansum imprimuntur: in cerebrum tandem deferendæ.

298. Sicut igitur myopum, & presbytarum, seu ocu-

oculorum defectum adhibitis conspicillis emendamus; ita etiam surdastros arte juvare possumus, ut melius, & distincte audiant: suaque etiam conspicilla soni habent aures. Hujusmodi auricularia conspicilla meatui auditorio apponenda, seu appendenda sunt exiguæ tubæ A B C (*Fig.* 31.), quæ ab amplio ore loquentem respiciente sensim coarctantur, & in angustum canalem, & extremum C meatui, auditorio immittendum desinunt. Sonus seu tremor peramplum tubæ os A B admissus, & per continuas reflexiones in minus spatium redactus, fit efficax, intensus, & ad tympanum, labyrinthum, auditoriumque nervum pulsandum sufficiens: cum antea non, nisi debiliter; istud ageret.

299. Quoniam de accretione soni a natura, atque etiam ab arte obtenta agimus, insimulque expendimus, quo pacto humanæ auris figura accretioni sonorum natura provideat; liceat etiam hoc loco famosum illum subterraneum carcerem ad vocem augendam ex industria Syracusis a *Dionysio* tyranno constructum, *Auriculam* a figura, *Dionysianam* ab authore, *Syracusanam* a loco nuncupatam, Patris *Kircheri* testis oculati verbis commemorare. *Eo artificio architectata est, ut e regione ostii quisquam consistens, quidquid locutus fuerit, perfecto, & multiplicato sonitu reddatur .... fuit autem a tyranno in forma auris ad naturæ exemplar singulari ingenio, & industria constructa* (ut scilicet captivi ne spirare quidem possent, quin a custode carceris audirentur) *excisa est ex vivo saxo, quæ cochleato ductu in angustum canalem desinens, cubiculo custodis carceris speluncæ supra posito insinuabatur. Fiebat itaque, ut omnis vel minimus strepitus, aut submurmuratio cochlearum opus ingressa, in cubiculum derivaretur custodis, ubi quælibet submisse prolata, ac si præsentia fuissent, percipiebantur. Hodie muro obturato voces immurmuratæ in pulcherrimam, ac mirificam Echo degenerant. Unde e vulgo dicitur* la grotta della favella: *voces enim non, sicut reliquæ echones, reddit æquales: sed submissam vocem in clamorem extollit: excreationis sonitus tonitrum exhibet; percussio pallii manu facta, tormenti explosio videri potest.* (a)

§. VIII.

(a) *Kircher. l. Phonurg. sect. 4. cap. 5.*

§. VIII.

Differentia Sonorum, Harmonia, Auditio, seu Perceptio Soni ab Anima.

300. Hactenus naturam corporis sonori, & soni in ipsismet corporibus sonoris, & in medio etiam consideravimus: illius leges, effectus, phænomena exposuimus: auditionis organum descripsimus: non nihil etiam circa soni affectiones intra animam attigimus: hæc tamen postrema melius modò intelligentur, cum ea soni phænomena exposuerimus, quæ peculiarem ad animam, & sensum relationem habent. Alii scilicet soni sunt grati, alii vero ingrati, graves, acuti, harmonici, confusi &c. Soni etiam aliqui peculiares in corporibus, & in sensibus effectus producunt: motum alii excitant, alii sedant, & quietem inducunt: sanitas aliquando in corpore, rabies, furor, & alia similia a diversis sonis generantur. Horum vero omnium caussa generalis extra animam sunt illimet tremores, & oscillationes, quas hactenus exposuimus: caussa vero peculiaris est consonantia, vel dissonantia inter sonos externos, & internos, hoc est inter oscillationes corporum sonantium, mediique sonum transmittentis, & eas, quas corporis nostri fibræ tensæ edunt.

301. Sonus generatim, ut diximus, extra animam consistit in vibrationibus tremulis: ejusmodi autem vibrationes ejusdem, vel diversorum corporum fieri possunt longiori, vel breviori tempore. Rursus diversorum corporum sonantium oscillationes mutuo comparatæ, vel fiunt eodem tempore, simulque incipiunt, ac desinunt; vel habent inæqualem durationem. In hoc secundo casu, vel post certos vibrationum numeros iterum conveniunt, hoc est, incipiunt, & desinunt, vel numquam omnino. Ex iis autem omnis sonorum diversitas, seu toni nascuntur: & primum quidem dicitur *Monotonia*; secundum *consonantia*, tertium dissonantia; omnia hæc singillatim exponenda sunt.

302. Tonus nihil est aliud, quam relatio inter duos sonos, seu inter durationes vibrationum, quas duo corpora sonantia edunt. Diximus jam, omnes, & sin-

singulas vibrationes sonoras quorumcumque corporum æquali velocitate per aerem propagari usquedum evanescant: licet majores & vehementiores vibrationes, hoc est, soni magni, & fortes longius extendantur, quam debiles, & tenues: duo tamen, aut plura corpora sonora percussa diversum plerumque vibrationum numerum in eodem tempore edunt: duæ chordæ æqualiter tensæ, sed inæqualiter longæ pulsentur; longior vero lentius, brevior citius vibrationes absolvant: prima quidem edit tonum *gravem* relatu ad secundam, secunda vero *acutum* relatu ad primam. *Constans ratio inter numeros vibrationum ab hisce duabus chordis eodem tempore editarum existit, & nuncupatur tonus.*

303. Sonus igitur *gravis*, & *sonus acutus* sunt aliquid relativum ad se mutuo, & ad tempus. Sonus *gravis* consistit *in raris vibrationibus, magnis, aut parvis, in dato tempore*: corpus illud *graviter*, aut *acute* sonat, quod in dato tempore raras, aut crebras edit vibrationes; licet istæ sint magnæ, aut parvæ: magnitudo enim, aut brevitas oscillationum magnum, aut parvum sonum, non tamen gravem, aut acutum efficit; cum constet, chordam A B (Fig. 32.) tensam, & ita percussam, ut flectatur in curvaturam A D B, eumdem semper, dum sonat, edere sonum, licet inflexiones D C, H E, G F, æque diuturnæ, semper decrescant. Tempus, quod assumitur, ut editæ in illo oscillationes comparentur, varium est pro tonorum varietate. Primo igitur omnes soni reducuntur generatim ad *graves*, & *acutos*. Secundo, eo gravior erit sonus, quo lentius in dato tempore oscillet chorda, & rariores fuerint vibrationes: eo vero acutior, quo crebriores exstiterint. Tertio, terminus ex quo incipit sonus gravis a natura præscribitur: estque certa quædam tremoris, seu oscillationum velocitas, sine qua sonus omnino non editur: qua vero posita, aliquantillus sonus produci, audiri, & percipi incipit. Ille vero sonus est omnium sonorum gravissimus, somno simillimus (si ita loqui licet) aut somnum saltem lentitudine sua inducens, ad quietem maxime accedens, atque auris fibras, quam minimum agitans. Ab eo termino per plurimos crebritudinis gradus intra gravis limites a gravissimo semper magis, & magis recedit sonus usque ad quemdam alium terminum, qui ad

ar-

arbitrium ponitur, estque communis soni *gravis*, & *acuti* limes.

304. Sonus igitur *acutus* incipit a termino sonorum gravium, & crescit usque ad stridorem, hoc est, usque ad eam oscillationum crebritatem, in qua mens humana unam oscillationem ab alia penitus dignoscere non potest; sed continuatum solummodo percipit stridorem aures vehementer ferientem. Quando autem chordæ, aut quæcumque alia corpora ita oscillationes suas edunt, ut simul incipiant, & desinant, ac proinde sint æquidiuturnæ; dicuntur sonare ad *unisonum*.

Dissonantia est *perpetua chordarum, seu oscillationum discordia*: ita ut numquam simul incipiant, aut desinant post primum oscillandi initium.

Consonantia est concors quædam discordia, seu alterna oscillationum concordia, & discordia: scilicet cum duæ chordæ ita oscillent, ut eodem quidem tempore inæqualem oscillationum numerum edant; post singula tamen illa tempora iterum simul desinant, & incipiant oscillationes.

305. Quoniam vero relatio inter numeros vibrationum eodem tempore editarum potest esse multiplex: quamplurimi etiam *toni* distinguuntur. Illi, quibus peculiaria nomina tribuuntur, sunt sequentes.

Unisonum est convenientia vibrationum, secundum durationem & numerum, seu convenientia principii, & casus: cum scilicet chorda unam edit vibrationem eo tempore, quo alia similiter unam efficit, illa consonantia dicitur *Unisonum*; estque omnium perfectissima. Si vibrationum numeri sint, ut 2 ad 1, hoc est, si choda alia duas efficiat vibrationes, dum altera unam solummodo edit; dicitur *Diapason*; seu *octava*; propterea quod inter acutum, & gravem sonum octavæ, seu inter 2 & 1 *octo soni* distinguuntur. Auris tamen delicati sensus, & longo usu edocta 43 tonos, seu gradus in octava distinguit: qui quidem soni, seu gradus ab acuto sensim usque ad gravem descendunt, a gravi ad acutum ascendunt.

306. Si numeri vibrationum sint, ut 3 ad 2; nuncupatur *quinta*, seu *Diapente*: 4 ad 3 nuncupatur *quarta*, seu *diatessaron*, cum scilicet eodem tempore

qua-

quatuor ab una, 3 ab alia chorda vibrationes absolvuntur.

5 ad 3 est *Sexta major*.
8 ad 5 *Sexta minor*.
5 ad 4 *Tertia major*.
6 ad 5 *Tertia minor*.
9 ad 5 *Septima minor*.
15 ad 2 *Septima major*.
Tertia major dicitur etiam *ditonus*.
Tertia minor *semiditonus*.
9 ad 8. *Tonus major*.
9 ad 10. *Tonus minor*.

Tandem si numeri vibrationum eodem tempore a diversis chordis editarum fuerint inter se, ut sequentes numeri 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48; sonos edent prædictæ chordæ hisce syllabis vulgo notatos, *ut*, *Re*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si*: *ut* nimirum respondet numero 24 *Re* numero 27.

307. Hisce positis, notatum insuper est, atque plurimis experimentis compertum, e pluribus chordis homogeneis æque tensis, & similiter percussis eo plures oscillationes intra idem tempus fieri, quo breviores fuerint chordæ.

Chorda A B (Fig. 26.) 96 pedes longa, & ponderis actione tensa in minuto secundo semel tantum oscillavit. Si chorda fiat sensim, & sensim minor in ratione subdupla, ita ut A C sit dimidium chordæ A B, A D dimidium primæ medietatis A C, A E dimidium secundæ, & sic deinceps; & eadem semper manente tensione pulsentur decrescentes medietates; observatur, A B minuto secundo unam edere oscillationem, A C duas, A D 4, A E 8, A F, 16 & ita deinceps.

308 Tempora igitur oscillationum duarum chordarum similium, & æque tensarum sunt, ut chordarum longitudines directe. Numeri igitur oscillationum earumdem chordarum sunt inter se inverse, ut chordarum longitudines. Quare chordæ similes, & æque tensæ eam consonantiam, seu tonum edent, quem illarum longitudines indicabunt. Statuantur exempli caussa chordæ similes, & æque tensæ: *si sint æqualis longitudinis; erunt unisonæ*.

Si altera alterius sit dupla; sonabunt in octava; si pri-

prima sit ad secundam, ut 3 *ad* 2; *erunt diapente*, seu *quinta*: & sic de cæteris.

Tandem si sint plures chordæ homogeneæ, æque tensæ, quarum longitudines sint inverse, ut numeri 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48; edent tonos per syllabas, *Ut*, *Re*, *Mi*, *Fa*, *Sol*, *La*, *Si* notatos.

309. Soni consonantes in *octava*, & incipientes a gravissimo, qui ab aure percipi potest, ascendere possunt per plurimas octavas, ita ut soni ascendendo fiant semper acutiores. Auris humana ultra decem octavas ascendentes, atque incipientes a sono gravissimo, nullum sonum aut tonum distinguere potest, aut sine molestia audire. Chorda autem sonans acute in *octava* decima edit oscillationes 1024, dum chorda gravis primæ octavæ unam solummodo oscillationem absolvit: ratione enim 1. 2. ad decimum gradum, seu potentiam, ut dicitur elevata, erit ultimus seriei terminus 1024.

310. Cum autem aliunde habeamus, chordam gravissime sonantem sono scilicet primo, & gravissimo, qui percipi possit, duodecim oscillationes cum dimidia minuto secundo conficere; *octava* illius decima eodem minuto secundo 12800 oscillationes edet: numerus enim 12 $\frac{1}{2}$ ad decimum gradum se se multiplicando elevatus, est numerus 12800: auris igitur humana chordam acutissime sonantem, & oscillationes 12800 intra minutum secundum edentem audire distincte potest. Aurem tamen maxime delicatam fore opus est; existimo enim chordam in octava octavi ordinis auribus non admodum delicatis stridere jam incipere.

311. Ex hactenus demonstratis constat totam Musicam, atque sonorum concentum, consonantiam, harmoniam a numero, & proportione vibrationum chordarum pendere; immo in hac eadem oscillationum proportione consistere. Si igitur chordas ita attemperare possimus, ut in data proportione intra datum tempus oscillationes edant; chordis ipsis tensis omnes consonantias, & harmonias exhibebimus.

Ejus autem rei gratia præter illud, quod jam supra exposuimus, chordas homogeneas æque tensas oscillationum numerum edere in ratione inversa longitudinum, sequentia etiam experimentis constant.

312. Primum, *Si chordæ sint ejusdem crassitiei, &*

longitudinis, ac proinde sola tensione differant, tempora, seu durationes oscillationum sunt in ratione subduplicata inversa ponderum, seu virium tendentium: hoc est, sunt inverse, ut radices quadratæ ponderum tendentium. Si chorda A tendatur pondere, seu vi 1, chorda vero B vi 4; erunt tempora oscillationum; ut 1 ad 2 inverse.

Secundum, *In eadem hypothesi numeri oscillationum eodem tempore editarum sunt directe, ut radices quadratæ virium tendentium.* Si v. gr. vires tendentes sunt 1. 4; numeri vibrationum erunt, ut 1. ad 2 directe.

Tertium: *Si chordæ sola crassitie differant, ac proinde tensione, & longitudine sint æquales; numeri vibrationum eodem tempore editarum sunt in ratione inversa diametrorum baseos* v. g. Si prima habeat diametrum duplam diametri secundæ; numerus oscillationum secundæ erit duplus numeri oscillationum primæ eodem tempore editarum.

313. Numerus igitur oscillationum chordarum componitur, variatur, aut dependet ex triplici hoc capite. ex longitudine, ex crassitie, ex vi tendente. *Si chordarum longitudines, crassities, & vires tendentes sint diversæ; erunt numeri vibrationum eodem tempore editarum in ratione composita ex inversa longitudinum, ex subduplicata virium tendentium directa, & ex inversa diametrorum baseos.*

COROLLARIA.

314. Ex hisce plurimorum ratio pendet, quæ passim observamus. *Primo*, chordæ longitudine, crassitie, tensione æquales sonant ad unisonum. *Secundo*; chordæ ejusdem longitudinis, sed tensæ in ratione directa crassitierum, sonabunt etiam ad *unisonum*.

Tertium, si chordarum crassities tantum conveniant; vires autem tendentes sint, ut quadrata longitudinum chordarum; etiam erunt *unisonæ*.

Quartum, Possunt etiam ad unisonum sonare chordæ; etsi longitudine, tensione, & crassitie etiam differant: dummodo vires tendentes sint in ratione

composita ex ratione crassitiei, atque ex duplicata longitudinis.

Quintum, Duæ chordæ ejusdem crassitiei, & æque tensæ sonabunt in *octava*, in *quarta*, in *quinta*, aut in quacumque alia consonantia; si eorum longitudines sint inter se, ut 2 ad 1, aut 3 ad 2 &c.

Sextum: chordæ etiam æque tensæ sonabunt in *octava*, in *quinta*, in *tertia*, aut in quacumque alia consonantia; si illarum diametri rationem inter se habeant, quæ aliquam ex prædictis consonantiis constituunt.

Septimum; chordæ æque longæ, & crassæ sonabunt in *octava*, in *quinta*, aut in quacumque alia consonantia, si illæ iis ponderibus, seu viribus tendantur, quarum radices quadratæ rationem inter se habeant prædictarum rationum.

Octavum, chordæ tandem in omnibus dispares sonare possunt in *octava*, *quinta*, *quarta* &c. si, tres prædictæ rationes ita componantur, ut ratio ex iis composita eadem illa sit, quæ consonantiam quæsitam efficiat.

315. Quod si præter supradictas chordarum combinationes, atque sonos ex hujusmodi combinationibus ortos, rem ulterius promovere velis, sequentia accipe.

I. *Si chordis crassitudine, & longitudine æqualibus inæqualia appendentur pondera, quibus tendantur chordæ erunt tensiones in ratione directa ponderum*. In hoc enim casu sunt tensiones, ut vires tendentes, hoc est, ut pondera; cum nullum aliud sit discrimen, quod adductam rationem perturbet: major autem vis magis tendit, quam minor, ut ex se patet.

II. *Si pondera sint æqualia, chordæ autem longitudine quidem inæquales, crassitie vero æquales; erunt tensiones in rationes inversa longitudinum chordarum*. Eadem enim vis per plures partes tendendas distributa, minor semper erit, minusque aget, quo plures fuerint partes, quibus tendendis applicatur.

III. *Et hinc si chordæ fuerint longitudine inæquales, & ponderibus inæqualibus ducantur, solaque crassitudine conveniant; erunt tensiones chordarum in ratione composita ex inversa longitudinum, & directa ponderum*. Ex una enim parte quo majus fuerit pondus; major est tensio: ex alia vero decrescit tensio, cre-

fcente longitudine. Quare fi fint duæ chordæ craffitie pares, quarum longitudines fint tendentibus ponderibus reciproce proportionales; tenfiones erunt æquales. Semper tamen loquimur de chordis homogeneis: fi enim fuerint ex diverfi generis materiæ compofitæ, puta ex auro, aut argento alia, altera vero ex inteftinis animalium; non femper erunt veræ datæ modo combinationes; cum materiæ heterogeneæ ut plurimum non fint æqualis tenfionis capaces.

IV. *Si pondera, & longitudines fint æquales, & chordæ folum craffitudine differant; erunt tenfiones in ratione inverfa craffitudinum.* Pone chordam duplo craffiorem, quam alia, eodem pondere tendi: fi prima illa chorda fecundum longitudinem divideretur; duas chordas haberemus fecundæ quoad craffitudinem æquales: cum ergo idem maneat pondus, eo minor erit tenfio, quo craffior fuerit chorda. Si ergo & pondera, & chordarum longitudines, atque craffities æqualia exciterint; erunt tenfiones in ratione compofita ex directa ponderum, & inverfis longitudinum, atque craffitudinum.

V. *Dentur chordæ homogeneæ ejufdem craffitudinis, ponderibus utcumque tenfæ, erunt earum foni in ratione compofita ex fubduplicata ratione tenfionum, feu ponderum, & ex ratione longitudinum inverfa.* De fono hic loquimur fecundum rationem gravis, & acuti: numerus enim vibrationum in dato tempore editarum crefcit in ratione decrefcentis longitudinis, & fimiliter crefcit in ratione fubduplicata virium tendentium. Id autem fatis demonftratum a nobis fuit in Phyfica generali, cum de pendulis, & ofcillationum natura differuimus.

VI. *Quare fi chordarum longitudines, & tenfiones fuerint æquales craffitudines vero fint inæquales; foni erunt æque acuti, aut graves, feu chordæ erunt unifonæ.* In hoc tamen cafu pondera erunt inæqualia, hoc eft, in ratione inverfa craffitudinum, feu in ratione duplicata inverfa diametrorum bafeos.

VII. *Si chordæ fint ejufdem longitudinis, diverfæ tamen craffitiei, & diverfis ponderibus tendantur; erunt tenfiones in ratione compofita ex directa ponderum, & inverfa craffitudinum. Id fequitur ex modo dictis.*

VIII.

VIII. *Ponamus chordas quascumque esse æque tensas, crassitudinem tamen, & longitudinem habere diversas; erunt soni in ratione inversa longitudinum.* In hoc enim casu chorda crassior, cum sit æque tensa, atque corda tenuior; æque oscillabit, nisi longitudine differat: ex sola igitur longitudine diversitas sonorum oriri potest.

IX. *Si & pondera, & longitudines, & crassitudines chordarum sint diversa; erunt soni in ratione composita ex directa ponderum, & longitudinum, ac crassitudinum inversis.* Hæc omnia nihil difficultatis habent; & partim experientia, partim ab ipsa rationum natura in Geometriæ elementis exposita deducuntur.

COROLLARIUM.

316. Ex triplici igitur hoc capite, pondere, seu vi tendente, longitudine, & crassitudine possunt chordæ quæcumque attemperari in data quacumque ratione, ut sonum quemcumque, & consonantiam edant: v. g. duæ chordæ possunt attemperari, & tendi ita ut in unisono, in octava, in tertia, in quinta aut alia quacumque consonantia sonent; si chordarum longitudines, crassitudines, aut pondera, aut ratio ex iis composita, ea sit, & statuatur, quam consonantia invenienda requirit. Interim animadvertere oportet, chordas æque crassas diversarum materiarum non esse ejusdem, aut æqualis tensionis capaces; cum corpora ipsa, ex quibus fiunt non eodem modo sint ductilia, & tenacia, diversisque ponderibus appensis rumpantur. Musicorum instrumentorum chordæ ex animantium intestinis, aut e metallis fiunt; metalla autem ad rem hujusmodi apta, sunt aurum, argentum, aurichalcum, cuprum, ferrum; nam plumbum, stannum, mercurius non sunt corpora sonora. Relata autem corpora neque sunt æque sonora, neque ejusdem tensionis capacia.

317. Tensionis effectus est, quod sæpe in musicorum instrumentorum chordis observatur phænomenon. Idem instrumentum, iisdem semper chordis, & chordarum similitudine servatis, eumdem non semper edit sonum. Tempore enim, & aeris muta-

tione ejusdem ligni fibræ magis minusque fiunt elasticæ.

SCHOLION.

318. *Ex tradita hactenus doctrina innumera phænomena passim obvia. Omnium instrumentorum soni, vel musica illa sint, vel bellica, vel alterius cujuscumque generis, omnes omnino soni, loquela, voces, planctus, clamores, cantus, stridor, sibilus, & alii quicumque ab animantibus, aut inanimatis corporibus editi, natura, vel arte producti, secundum datas modo chordarum rationes generantur, & explicantur. Ad id rite intelligendum, sequentia animadvertenda sunt.* 1. *Sonum quemcumque extra animam aliud non esse, quam aeris tremorem, & vibrationes, ut fuse superius demonstravimus.* 2. *Corpora quæcumque sonora, seu sonum edentia, ea propter sonum edere, quia aerem ad prædictos tremores, atque oscillationes, vel tamquam caussæ effectrices, vel tamquam instrumenta excitant.* 3. *Corpora sonum edentia ex propria eorum partium indole, textura, rigiditate habere, ut & ipsa in sese edant, & aeri communicent certæ cujusdam durationis oscillationes: licet vibrationes modo majores, modo minores efficiant. Etenim omnium animantium voces sunt instrumentorum pneumaticorum, fistulæ scilicet, sonus multiplici ratione modificatus, ut late prosequemur in Physica Viventium. Rursus instrumenta musica, vel chordarum pulsatione, vel flatu tantummodo sonant: priora nihil aliud continent, quam puram chordarum rationem, & theoriam: posteriora vero aerem non ope chordarum ad diversas oscillationes commovent, sed vel ope lingulæ cujusdam intra instrumentum oscillantis: vel ob id solummodo, quod aerem data cum velocitate per angusta foramina transire, & transeuntem ad oscillationes certa ratione peragendas compellant. Soni igitur cujuscumque generatio, a quocumque corpore fiat, ad id semper reducitur, quod sit aeris ad tremorem concitatio. Quoniam autem hæc multiplici ratione pro corporum diversitate fit; cc poraque ipsa pro varia eorum textura, duritie, aut figura, magis, vel minus, concitatius, aut lentius tremunt, oscillantur, & restituuntur; tota hinc sonorum, quot*

quotquot in natura generantur, diversitas pendet. E multis pauca solummodo doctrinæ gratia attingemus.

319. *Primo: Harmonice, & ad consonantiam quamcumque disponi possunt corpora quæcumque sonora v. g. si ex ferro, aut ligno ad sonum reddendum apto plures parvos cylindros ejusdem crassitudinis, diversæ autem longitudinis parari cures, eosque simul pulses; sonos habebis in ratione inversa longitudinum cylindrorum (eorum enim tensio est omnino eadem cum ex materia eadem sint) cum sint æque crassi, & tensi; erunt vibrationes, hoc est, soni in ratione longitudinum inversa. Si ergo longitudines sint, ut 2 ad 1, ut 3 ad 2, ut 1, ad 1. &c. habebis diapason, diapente &c. De sonis loquimur secundum rationem gravis & acuti. Parvitas, aut magnitudo, seu intensio aut remissio a magnitudine, non a brevitate oscillationis dependet.*

Hac aut simili ratione construitur triangulum ferreum ex tribus cylindris ferreis, instrumentum omnibus notissimum. Plurimi etiam cylindri ex quadam argilla cocta diversæ longitudinis parantur, & ita in eodem plano unus supra alium disponuntur, ut aerem trianguli constituant; longior cylindrus vicem basis, brevissimus ad apicem ponitur. Cum eos cylindros pulsamus, a minimo v. g. ad longiorem progrediendo; ab acutiori ad graviorem semper sonum transimus.

320. *Secundo: Si plures ex eadem materia sonora, v. gr. ferro construamus circulos, ejusdem quidem crassitudinis, sed diversarum diametrorum: eosque pulsemus; sonos edent in ratione diametrorum seu longitudinum inverse. Diametri enim sunt, ut peripheriæ: hæ autem sunt longitudines in circulum incurvatæ, hoc est, oblongæ laminæ in circulum conformatæ. Et hinc circulares peripheriæ ferreæ, chalibeæ, &c. possunt ita construi, ut ad unisonum, in octava, aut in alia quacumque ratione sonent. Hoc autem verum est, quacumque ratione peripheriæ pulsentur: a periphæria nimirum versus centrum, aut a centro versus periphæriam. Et hinc ad coronas, & æra campana doctrinæ ratio nos sponte manuducit. Prius tamen planorum sonos breviter expendemus. Ut brevissimam hanc consonantiarum theoriam absolvamus; sequentem tabulam subjiciam: in qua (supposito quod chordæ habeant eamdem crassitiem, & tensionem) exprimuntur longitudines chordarum, vibrationum numeri, casus, nomina, & per-*

fectiones consonantiarum. Prius *tamen adnotare opus est, fundamentum vocari illius chordæ sonum, quam pulsamus, ut ad ejus sonum alias chordas attemperemus: ejusdem vero chordæ nota nuncupatur clavis, seu clavis nota.*

TABULA CONSONANTIARUM.

Longitudo chordarum		Vibrationes		Casus	Numeri Vibrationum	Partes	Nomina	Perfectio
1	1	1	1	1	100	1000	*unisonum.*	*perfectissima.*
6	5	5	6	5	120	333	*tertia minor.*	*imperfecta.*
5	4	4	5	4	125	800	*tertia major.*	*imperfecta.*
4	3	3	4	3	133	750	*quarta.*	*imperfecta.*
3	2	2	3	2	150	666	*quinta.*	*perfecta.*
8	5	5	8	5	160	625	*sexta major*	*imperfecta*
5	3	3	5	3	167	600	*sexta minor*	*imperfecta*
2	1	1	2	1	200	500	*octava.*	*perfecta.*

321. *Tabulæ usum exemplo ediscemus: quæramus rationes, quæ componunt quartam.* Prima *numerorum columna indicat, chordarum longitudines debere esse, ut 4 ad 3.* Secunda *longiorem 3, breviorem 4 vibrationes eodem tempore edere.* Tertia *casum incidere in tertiis quibuscumque chordæ fundamenti vibrationibus.* Quarta 133 *vibrationes a chorda in quarta sonante edi, dum illius fundamentum centum producit.* Quinta *eamdem chordam æquales partes habere 750, ex iis, quarum mille continet fundamentum.* Sexta *nomen consonantiæ.* Septima *consonantiam esse imperfectam.*

322. *Non solum chordæ, sed etiam aliorum corporum partes, lignorum quorumcumque, atque animantium fibræ peculiarem, multiplicem, & diversam habent tensionem, longitudinem, & crassitiem. Inde necessario fiet, ut diversorum animalium, lignorum, & aliorum corporum fibræ, & partes ad multiplices, variasque consonantias, tonos, & sonorum gradus sint at-*

attemperata. *Ejusdem v. gr. corporis fibræ cum una chorda sonabunt in octava, cum alia erunt unisonæ, cum hac in quinta consonabunt, ab illa semper dissonabunt*. *Experientia autem compertum est, quod, chorda supra citharam percussa, & sonante, etiam alia chorda supra aliam citharam prope positam, licet non percussa, oscillet, & sonet, vel ad unisonum, vel in* octava, *in* quinta &c. *si ad unisonum, in* quinta, *in* quarta &c. *cum priori chorda sit attemperata*. *Sonus quidem non nisi ægre percipitur; cum sit tenuissimus, & cum sono ab alia chorda edito confundatur, vibrationes tamen animadvertuntur, ut facto periculo observavit* Pater Lana (a).

Hinc igitur est, quod e pluribus aliquando corporibus v. g. scamnis in eadem camera dispositis, sed ex diversa materia constructis, ad unum quidem sonum alia contremiscant, quiescentibus aliis: mutata consonantia, subsultent, quæ prius quiescebant, quiescant vero contremiscentia.

LECTIO VIII.

Aliæ Soni Proprietates.

§. I.

Medicina Soni

hoc est

Sonus Febris, & aliorum malorum remedium.

323. Ex tradita hactenus soni theoria, chordarumque actione in alias chordas, aut corpora, quorum fibræ ad *unisonum* v. gr. sonent, intelligemus etiam quanam ratione instrumentorum sonus, & concentus, homines nonnumquam vel invitos ad motum, ad saltum, ad choreas incitet, & compellat: eoque pacto non uni malo efficax quæratur remedium. Ex subjectis exemplis, & aliis quamplurimis, quæ affer-

(a) *Magister Naturæ, & Artis*.

ferri possent, a natura soni extra animam, a legibus communicationis motuum, & a peculiari tandem partium nostri corporis statu, & textura ad evidentiam constabit sequens propositio.

324. *Sonus plurimorum malorum potest, & debet esse remedium: aliorum etiam potest esse caussa.*

Propositionem & facta indubia, & ipsa caussarum materialium indoles evincunt. I. Notissimum est, & mille experimentis probatum, quod de tarentina, seu apulo phalangio vulgo *Tarantula*, plurimi oculati testes tradunt. Sunt *Tarantulæ*, seu *phalangia apula quædam longæ araneæ* seu potius *longa insecta araneas referentia*, octo pedibus, totidemque oculis instructæ, quæ prope *Tarentum* (unde nomen acceperunt), & per totam Calabriam, atque Apuliam magno numero inveniuntur. Incautos messores, pastores, aut alios, quos possunt, mordent: mordendo venenum communicant: a morsu mira plane mali symtomata, & effectuum in aliis, & aliis hominibus, varietas incipiunt. Acutissimus inde ut plurimum dolor: dolorem autem subsequitur animi deliquium: respiratio fit paulatim difficilis, arteriæ pulsus languescit, visio, cognitio, motus sensim etiam deperduntur, & , nisi præsentaneum aliquod quæratur remedium, diem obit, quem momordit *Tarantula*.

325. Una læthali malo efficax remedium adhibet musica, fortuiti casus, ut fere semper accidit, inventum. Cum ægrotus mentis jam impos, omnique motu amisso supra lectum jacet, fidicen arrepta lyra varios tentando quærit, & experitur concentus, usque dum ad eum deveniat, quo incepto, qui mortuo similis jacebat, primo paulatim movere incipit digitos, exinde manus, brachia, crura, caput ad concentum ignorans agitat. Caput attollit, assurgit, e lecto exilit, ad modos secundum auditam consonantiam saltat, mentis semper inscius. Vis saltandi paulatim saltu ipso intenditur: tenet concentus, & saltus per duas 3, 4, & 6 aliquando horas continuas, quibus transactis, ut ægroti viribus, & spirituum amissioni consulatur; intermittitur concentus per aliquot horas, quibus lecto iterum componitur & jacet ægrotus, ut eadem sæpius repetatur scena. Per 7 aut 8 dies illa continuatur: eoque tempore ægrotus vires paulatim, membrorum agilitatem, sen-

sensus, & cognitionem acquirit, & post prædictos dies in pristinam valetudinem restituitur. Concentus, & tonus, ut facti ipsius caussam jam attingam, ægroti fibris consonans, fibras, & musculos ad unisonum tensos ad motum similem impellit: musculi similiter hominem: motum violentum sequitur agitatio, & solutio sanguinis, vasorum ampliatio, humorum, & spirituum circulatio, sudor veneniqne tandem, quod sanguinem coagulaverat, motum impediverat, evaporatio.

326. II. In historia etiam parisiensis academiæ legimus (a), musicum quemdam post continuam dierum aliquot febrem in vehemens, & furiosum delirium incidisse, & post tertium continuati similiter delirii diem, velle se instrumentorum, & vocum concentum audire, significasse. Vix ad concentum sonare instrumenta cæpere, cum remittit furor, oculis, & vultui serenitas restituitur, convulsiones cessant, & præ gaudio lacrymatur. Quamdiu tenebat concentus, nulla in homine febris, aut ex prædictis effectibus alius: quamprimum vero musici, & instrumenta silebant; in pristinum furoris, & ægritudinis statum recidebat: quare continuata per octo dies musica hominem priori valetudini restituit. Alium per omnia fere similem eventum in eadem historia legimus: nisi quod in secundo instrumentorum concentus post lætitiam, & motus somnum induxit; somnum subsecuta sanitas (b). Fertur etiam aliquas esse in nova Francia gentes *Artigovantins* nuncupatas, quarum mos est, ægrotis soni remedium adhibere (c). *Saulem* etiam Hebræorum, & *Alexandrum* Macedonum reges sonorum ope a tetra melancholia; physico sane malo olim liberari, res est notissima. Eadem de quamplurimis aliis ægritudinibus ratio.

327. Et hæc quidem quod factum, & experimenta spectant. Quod vero ipsamet soni vis, atque natura, una & physicæ ægritudinum caussæ rem eamdem

(a) *Hist. Acad.* 1707. *p.* 7.
(b) *Hist. Acad.* 1708. *p.* 22.
(c) *Vide præter alios la gazetier Americain. v. Artigovantins.*

dem confirment, nullus dubitabit, si sonos in corporis humores, fibras, musculos agere, & excitare, movere, ad quietem reducere, probabo: eoque pacto in totam humani corporis compagem, fluida, solida, passiones; & mores influere. Rei veritatem, & modum ex sequenti propositione edisces.

§. II.

Soni influxus in mores.

328. Idem fere est propositum modo, atque discussum hucusque argumentum. Mores hominum a physico eorum temperamento, ab humoribus, humorumque, & solidarum partium statu pendent. Commune illa etiam sunt ægritudinum principium. Si in primos sonum agere constet, aget etiam in secundos.

329. Dico igitur: *Soni in humanos mores, virtutes, vitia influunt: animique passiones excitant, intendunt, & sedare possunt.*

Ex communibus Physicæ legibus, & tradita hactenus natura soni, facile concipitur, quo pacto sonus non solum amissam sanitatem restituat, sed morbos etiam, & languores inducat, animi passiones excitet, excitatas sedet, in mores influat, eosque aut corrigat, aut corrumpat. Postrema hæc duo posse a sono fieri antiquis Græciæ Philosophis, & legislatoribus notum erat, cum neminem lateat *Platonem*, & *Lycurgum* legibus cavisse, ne peculiares quidam, quos indicabant, soni in institutis a se Rebuspublicis, aut concepta Rerumpublicarum forma admitterentur, ut nullum inde in mores crearetur periculum. Ab antiquis etiam traditum legimus, *Alexandrum* Magnum pulsato instrumento ita ad iram concitari, ut gladium e vagina educeret, in adstantes ruiturus; eumdem deinde (quod majus est) animi motum alio sono carmine, aut instrumento composuisse.

330. Circa hæc omnia ratio ipsa, & experientia docet, pulsatam, & sonantem chordam oscillari, & vibrationes edere; hujusmodi oscillationes circumambienti aeri communicari, & alias prorsus similes in illo efficere: ab tremente, & oscillante aere in cir-

circumstantia corpora, v. g. corpus humanum easdem vibrationes transmitti; eaque corpora, si eorum fibræ, aut partes cum pulsata chorda, aut acceptis vibrationibus consonent, similem tremorem, & oscillationum speciem in se se edere, eoque agi, ut supra exemplo cytharæ, pluribusque aliis demonstravimus. Humores etiam, puta aquam, aut alium quemcumque liquorem, multoties a corpore sonante agitari, crispari in oscillationes, & in tremorem agi, certum omnino est: cum præter rationem, id etiam experientia confirmet. Si enim in vitreum poculum aquam v.g. infundas; postea vero ejusdem poculi labra manibus fortiter affrices; crispari aquam, & oscillationes edito sono consonas in aquæ superficie observabis.

331. Vibrationes soni ea tantum crispari, & agitari compellent; quorum partes cum pulsata chorda consonent; alia autem fluida, omnino dissona, post primum tremorem ut plurimum quiescent. Hoc etiam facti res est: cujus ratio paulo inferius explicabitur. Tandem vibrationes soni per aerem, vel continuum corpus transmittuntur, & communicantur. Soni proinde, quem audimus, oscillationes, & tremor ad intimas etiam nostri corporis partes duplici potissimum ratione pervenire possunt: primo & præcipue per aerem, & nervum auditorium usque ad cerebrum, a cerebro autem per ortos inde nervos; & ad omnes corporis partes derivatos transmittuntur: secundo etiam per agitationem, & vim in externis corporis partibus impressam, & inde per solidas & concussas jam corporum partes ad intimos usque humores.

332. Hæc omnia, & quæ jam subjungam, vix intelligi possunt, quin prius ea legantur, quæ in Physica Viventium de humani corporis Anatomia, & humanarum passionum natura, & caussis dicuntur. Hisce positis, necessario consequitur, chordarum, seu instrumentorum sonis, seu vibrationibus humanorum corporum, nervorum, & musculorum fibras, immo & humores ad corporum temperamenta spectantes concuti, & commoveri: ab actione, & commotione musculorum, nervorum, humorum, & spirituum physice peraguntur naturales, & animales hominis functiones, passiones, & affectus. A pecu-

lia-

liaribus etiam humorum, spirituum & nervorum temperamento, & actionibus, motu, & statu valetudo, morbi, & mille id genus alia dependent: si ergo sonis ad motum concitari possunt humores, nervi, musculi, spiritus, a quorum excitatione humani corporis, & animi affectiones physice consequuntur; manifestum est, sonis etiam ipsasmet passiones animi, aut corporis, puta iram, tristitiam, lætitiam, morbum, valetudinem excitari posse aut componi.

333. Generalia tamen hæc sunt: ad peculiaria aliqua descendamus, ex quibus omnia facile intelligentur. Infiniti pene sunt homines temperamento biliosi, & iracundi, qui passim ex levissima etiam caussa excandescunt. Hominum ira, & rabies caussam habet partim physicam, partim etiam moralem: nonnunquam sola caussa physica agit. Iræ, furores, & rabies sunt ex biliosi, & mordacis humoris copia, actione, & morsu. Hic enim humor acutis cuspidibus fibras acriter mordendo, atque morsu suo vexando, iram in animo, rabiem, & furorem excitat, ob naturale illud commercium, quod inter animam, & corpus intercedit. Jam vero biliosus ille humor certam habet partium indolem, naturam, tensionem, & texturam, ita ut cum dato quodam sono consonet, a cæteris vero dissonet, ut supra non solum de liquoribus, verum de omnibus aliis corporibus diximus. Da ergo, quod vel casu, vel lyristes peritia illum sonum edant musica instrumenta, cui biliosus hominis audientis humor consonet; ac proinde ad motum, & tremorem similem concitetur: si ergo musicus instrumenta pulset, adstantem hominem ad iram, furorem, & rabiem commovebit. Quod si deinde alius edatur sonus, chordæ, aut instrumenta pulsentur, eoque consonantia quæratur, cui biliosus humor, ejusque partes dissonæ plane existant; commotæ, & agitatæ humoris partes, contrariis vibrationibus actæ, sistent, omnemque motum, & tremorem amittent: sedato igitur bilioso, & mordaci humore, a cujus motu, perturbatione, & agitatione hominis rabies excitabatur, pristina & ori, & animo tranquillitas restitui debet.

334. Simili ratione medio musicorum instrumentorum

rum sono, variisque concentibus, seu carminibus diversi in nobis animi affectus, atque passiones excitantur. Sunt soni, qui mæstum animum mirifice recreant, sublevant, atque ad lætitiam, & alacritatem adducunt; sunt etiam, qui opposita omnia in nobis excitant, & ingenerant, lachrymas, planctum, melancholiam: sunt, quibus auditis, veluti sponte, atque natura duce, ad saltum, ad choreas, ad cantus excitamur, & impellimur. Sono etiam martialis furor non modo militibus, sed ipsis etiam equis excitatur, cum omni ex parte medio in campo ad arma canunt tubæ, & tympana. Hæc omnia, hi motus, affectiones, passiones, quas in nobis semper experimur, physice a proprio, cujusque nostrum temperamento, a caussis physicis, & materialibus pendent. Ex peculiari humorum temperie nascitur, quod unus sit iracundus, alter mansuetus, hic ad venerem, ille ad arma genio magis feratur. Cum ergo ab peculiari nervorum, fibrarum, spirituum, & humorum indole, statu, & actionibus humanæ passiones excitentur, intendantur, remittantur, & componantur; si mediis sonis nostrorum corporum musculi, nervi, fibræ, spiritus, humores multiplici diversaque ratione excitari, commoveri, aut sedari possunt, ut abunde hactenus explicavimus; jure meritò concludere possumus, sonos in prædictas omnes hominum passiones, in mores, in morbos etiam, & valetudinem aliquando influere, recteque ab antiquis *Platone*, *Lycurgo*, & alii cautum esse, ne quidam molliores soni in bene instituta audirentur republica.

335. Hæc omnia adeo clara, observatis conformia, & naturalium caussarum, soni autem potissimum naturæ consona mihi esse videntur, ut negari vix posse existimem. Quod si experimenta superius relata expositis modo rebus superaddas, eaque omnia cum soni theoria, & intima nostri corporis anatomia, & structura, locis citatis tradenda conferas; nullum supererit in præsenti argumento dubium.

§. III.

§. III.

Soni, Grati, & Ingrati.

336. Alii homines musicam perdite amant; alii vix cantu delectantur. Soni aliis hominibus grati, aliis omnino displicent: unus idemque homo modo musicam, & concentum amat, alio tempore fastidit. Omnia hæc ab extensione, crassitie, tensione, & indole fibrarum organi auditorii pendent in diversis hominibus: in eodem vero homine a vario statu, & affectionibus earumdem fibrarum. Hæc autem in diversis hominibus uno, eodemque tempore; in eodem homine, in diversis temporibus plurimum variantur. Qui fibras ita habet tensas, ut ad cantum, vel sonum instrumentorum molliter, & suaviter oscillent; musica delectatur: qui duriores habet, quam ut facile, & molliter vibrentur; neque amat, neque fastidit: qui nimium delicatas, adeo ut ad instrumentorum sonitum plus justo oscillent, & quodammodo rumpantur; is vero dolorem quemdam sentiet, & musicam odio habebit. Qui musculos ita habet ad motum faciles, ut fibras modo magis, modo minus tendat; prout concentus exigit; consonantia quacumque delectabitur: contra vero qui eam musculorum mobilitatem non habent. Tandem auris humore, & mille aliis de causis fit, ut fibræ modo magis, modo minus tendantur, modo sint laxæ, modo tensæ: ac proinde modo hunc, modo alium, modo nullum amant concentum.

337. Ex iisdem etiam capitibus nascitur, sonos aliquos esse gratos, alios vero ingratos. Generatim harmonia, & consonantia placet, dissonantia vero displicet: cujus ratio partim ex modo dictis, partim ex indole, & natura animæ deducenda est. Displicet primum stridor; quia est ictus continuus, & non interruptus dolor, nullam sensui, aut animæ quietem permittens: placent toni, quia sunt alternata motus, & quietis vicissitudo. Displicet dissonantia, quia numquam est casus, seu quies: placet vero ad oppositam rationem consonantia: eo vero magis placet, quo una simul cum tonorum varietate perfectiores, & frequentiores fuerint casus.

Ex

Ex aliis etiam non dissimilibus capitibus provenit, sonos esse gratos, aut ingratos, quo ex modo dicendis de suavitate, & asperitate soni facile intelligentur.

§. IV.

Asperitas, & Suavitas Soni.

338. Notissima etiam est sonorum inter se differentia, atque divisio in asperos, & suaves qui quidem cum gratis, & ingratis magnam habent affinitatem. Multoties nihilominus accidit, ut soni cæteroquin suaves non parum displiceant, fintque etiam ejus structuræ aures, quæ sono alioquin, & communiter aspero delectentur. Analoga hæc sunt saporibus, & odoribus. Homines videas, quorum palatum adeo occaluit, nimio etiam bibendi usu, & suavioribus vinis non amplius delectentur, sed asperioribus solummodo suaviter irritentur. Quare hæc omnia multum habent relativi. Quoniam tamen sunt plurimi soni, quibus auditis, omnium aures communiter horrescunt, atque asperantur; dum contra alii sunt, qui lenitate quadam, & suavitate communiter alliciunt; hinc quærimus, in quonam hujusmodi suavitas, & asperitas consistat. Et primo quidem certum est, asperitatem, & suavitatem soni ab acuto, aut gravi, a magno, & parvo sono non nasci; cum inter sonos æque acutos, aut graves, æque magnos, aut parvos alii sint suaves, alii asperi, alii magis, alii minus asperi. Non tamen negamus, quod aliquando ex his etiam capitibus gratum, aut ingratum esse sonum, accidat.

339. Soni asperitas ab eo potissimum provenit, quod superficies sonans, seu aerem concitans, remittens, atque ad tremorem, & oscillationes agens, sit inæqualis, scabrosa, aspera, & frequenter interrupta. Non solum enim maxima inter omnes sensus, nominatim vero inter tactum, & auditum intercedit analogia, sed auditus etiam est purus tactus, ut alibi fusissime demonstramus: sicut ab attrectatione manus supra asperam superficiem decurrentis oritur asperitas tactus, ita etiam ipsamet superficies aerem inæqualiter in aurem remittens, aspe-

rum efficit sonum. Hoc unum est discrimen, quod in primo casu aspera superficies manum, seu tactus organum per se se contingat, & feriat: in secundo id solum mediante aere efficiat, quem in aurem, seu auditus, hoc est, peculiaris tactus organum remittat. Ex inæquali hac superficierum & interrupta continuitate fit, ut vibrationes in aurem perveniant interruptæ, dissonæ, fractæ, crebræ. Indeque consequitur cochleam, & nervum auditorium feriendum esse ictibus intensis, valde inæqualibus, nimium crebris, & simul aliquando magna virium intensitate, atque discrimine.

340. Sonus suavis ab oppositis caussis provenit: superficierum scilicet sonantium, seu aerem impellentium, atque ad tremorem concitantium levigatione, atque æqualitate. Et hoc quidem præter allatam modo rationem observatis passim phænomenis conforme est: poliuntur instrumentorum superficies; quæ flatu sonant, aut ab adhærentibus humoribus deterguntur, ut suaviorem, clarioremque vocem edant: cum trachæam etiam pituita, aut catharrho impeditam, asperatamque habemus, ut sæpissime omnibus accidit; vocem etiam minus gratam, & suavem efformamus, contra trachæam identidem stringendo, & tussiendo purgamus, ut congestam illic pituitam depellamus, eaque depulsa facilius loquamur, vocisque asperitatem, aut difficultatem emolliamus. Ex eadem caussa corpora aspera, aut fracta asperum plerumque sonum edunt; propterea quod fractio ipsa asperam ut plurimum superficiem generat.

341. Stridor ex iisdem pariter principiis provenit: nisi quod ad stridorem præterea requiritur magna asperarum vibrationum crebritudo, quæ aurem ab ingrata, & aspera pulsatione feriari non permittit. Et hinc stridentia corpora unguntur, ut eorum superficies magis æquales, & lævigatæ fiant, aerem mollius repercutiant, auresque & lenius, & non adeo crebro feriantur. Hæc etiam omnia sonum ingratum plerumque efficiunt; cum ob interruptas, & contrarias inter se vibrationes auditorius nervus eodem tempore nimium in diversa trahatur, & retrahatur. Id vero a pluribus sonis non modo in auditionis organo, verum etiam in omnibus nostri corporis

poris partibus effici, sæpissime observamus, dum ad auditos aliquos sonos attendimus.

PROPOSITIO XVIII. PROBLEMA.

342. *Tympanorum sonos explicare.*

Resolutio. Tympana, instrumenta omnibus notissima, non solum in re bellica, cujus sunt propria, verum etiam in festivis sæpe rebus pulsantur. Cum ergo sint familiaria adeo instrumenta: & ad concentum etiam attemperentur, atque sonent; eorum sonos parumper consideremus. Cum tympanorum sonus a circularis plani vibrationibus generetur; planorum vibrationes prius considerare opus est. Sit ergo lamina circularis tensa DE (Fig. 33), quæ pulsetur in centro B: ita ut centrum B adducatur in C. Planum DE efficiet superficiem conicam DCE, cujus basis erit circulus DE, altitudo autem, seu axis est recta BC a plani centro percursa. Et sicut diameter DE distenditur, & fit DCE, per apicem coni transiens; ita etiam omnes aliæ diametri ejusdem plani in alias æquales curvas per punctum C transeuntes extenduntur: spatium igitur conicum DCE est illud, quod planum dimidia oscillatione describit. Cum centrum B ad punctum C pervenerit; iterum restituitur, atque ad oppositam partem alium æqualem conum, seu dimidiam oscillationem describit. Jam vero si unum idemque planum DE, eadem semper tensione distentum, diversis viribus, seu inæqualibus consequenter in centro pulsemus; oscillationes etiam magnitudine inæquales describet: ita ut centrum vehementius pulsatum perveniat in A, postea vero in C, deinde in O &c; ut late exposuimus, cum de elasticitate, & pendulis disputavimus: omnes tamen illæ inæquales vibrationes sunt æquidiuturnæ.

343. *Quare si sint plura circularia plana æqualia, & æque tensa; sonabunt semper in unisono. Si plana sint inæqualia* DE, NP, *& æque tensa; erunt soni in ratione subduplicata spatiorum inversa, hoc est, in ratione subduplicata inversa conorum* DAE, NOP. Hujusmodi enim coni sunt spatia ab his planis oscillantibus percursa: sunt autem spatia in ratione duplicata temporum, seu durationum ipsarum vibra-

tionum: numeri autem vibrationum sunt, in ratione inversa durationis vibrationum: cum ergo numeri vibrationum intra idem tempus constituant diversos sonos; erunt soni in ratione subduplicata inversa spatiorum, seu conorum.

344 *Quod si non solum plana sint inaequalia, sed inaequalibus etiam tensionibus distendantur; erunt numeri vibrationum intra idem tempus, hoc est, soni in ratione composita ex subduplicata inversa spatiorum similium, & ex subduplicata tensionum directe.* Semper enim verum est, quod quo tensior fuerit chorda, seu planum, eo citius etiam restituetur. Ex hisce patet, quid de tympanis dicendum sit. Tympana G F I H aliud non sunt, quam plana circularia G F ex corio, aut metallo tensa, & concavorum cylindrorum bases: horum planorum centra L percutiuntur, & oscillationes suas modo hactenus exposito conficiunt. Tympana igitur aequalia, aut inaequalia, possunt sonare ad unisonum, in octava, aut in alia quacumque consonantia data. Si sint aequalia; ex ratione tensionum petenda erit consonantia. Si aeque tensa; magnitudinem tantum attendere oportet. Si omnia sint inaequalia, secundum rationem compositam, toties a nobis explicatam, tentanda, aut deducenda est consonantiae ratio. Et hinc est, quod tympanistae alvum ipsam tympani modo constringunt, modo laxant: ut plana circularia, diductis, vel adductis marginibus, magis vel minus tendantur. Interim soni magnitudo, atque intensitas a majori capacitate tympanorum & percussionum depender.

345. Diameter basium G F altitudini G H tympani ipsius sit fere semper aequalis: cum ita constructa tympana longe melius sonent. Cujus rei gratia observandum oportet, dum planum G F percutitur, & oscillat, etiam alveum G H I F oscillare, & oscillando, basis vibrationes magis, vel minus impedire: minus autem oscillationes impediuntur, cum altitudo latitudini aequalis ponitur (Fig. 34).

346. Illud in tympanis generaliter observatur, quod scilicet non resonent, sed omnis sonitus penitus evanescat, vix percussiones cessant: cum opposita omnia in campanis aereis observemus: id autem ex eo fit, quod tympanorum alvei oscillationes, vibrationibus basium dissimiles, & oppositae, has postremas illi-

illico destruant. Rem facile concipies, si animadvertas, alveum, hoc est, cylindri superficiem non esse ejusdem materiae, atque bases. Deinde modo etiam contrario fiunt, ut facile consideranti patebit: & hinc enim cum primum planum circulare baseos non percutitur; nullus jam est sonus. Quod aera campana attinet, sequenti propositione explicabitur.

PROPOSITIO XIX. PROBLEMA.

347. *Aeris campani sonos, & harmoniam explicare.*

Resolutio. Aera campana notiora sunt, quam ut in iis describendis immorari operae pretium sit. Haec fere in iis notabilia sunt: 1. Eorum figura non est perfecte conica: ad conicam tamen plurimum accedit: me licet non lateat, aliqua esse aera campana, & maximae quidem magnitudinis, atque ponderis, quae figuram habent cylindri, ut Peckini apud Sinas visitur (a). 2. Non ex uno, eodemque metallo puro construuntur, sed ex pluribus inter se commixtis: experientia demonstrante, aera campana ex uno tantum fuso metallo formata, satis numquam esse sonora. 3. Prope infimam basim ferreo malleo exterius, aut interius ad sonum edendum pulsantur: illorumque sonus, quoad magnitudinem ab aeris campani mole & ferientis mallei viribus dependet: quoad rationem grati aut ingrati magis, vel minus sonori, a metallorum proportione: quoad acutum, & grave, a magnitudine tum basis, tum etiam altitudinis. 4. Postquam pulsata fuere, resonant: contra ac in tympanis experimur. 5. Tandem, ut alia omittam, aera campana ad concentum, & harmoniam in turribus saepissime disponuntur, & sonant: Haec vero omnia breviter exponenda sunt.

Et primo quidem hosce sonos secundum rationem gravis, & acuti consideramus. Quoniam aera campana coni figuram quodammodo habent; possunt, tamquam coni, spectari: de iisque propterea constant sequentia.

348.

(a) *Le Compte nouveaux memoires pour l' etat present de la Chine.*

348. Primum: *Si æra campana habuerint eamdem altitudinem; erunt soni in subduplicata ratione basium inverse, hoc est, erunt in ratione inversa diametrorum basium.* Singula enim ex eorum forma spectari debent, tamquam plures metallici annuli, alii aliis impositi uniti, & ordine usque ad apicem decrescentes; vel tamquam unus, idemque annulus metallicus sibi semper parallelus, & decrescens: duo igitur æra campana ejusdem altitudinis, sunt duo annulorum ordines numero æquales: eorum igitur soni, perinde ac circulorum, erunt, ut annulorum circumferentiæ, hoc est, ut diametri inverse, ut supra diximus.

349. Secundum: *Si æquales habeant bases, altitudines vero inæquales; erunt eorum soni in ratione subduplicata altitudinum inverse.* Id etiam experientiæ a P. *Fabri* institutæ demonstrant. Difficultatem movere hic posset, quod in circulorum, seu annulorum metallicorum sonis ad diametros solummodo, seu peripheerias attendamus: annulorum igitur quibus integrum corpus constat, sonus erit secundum eorum diametros, non vero secundum illorum numerum. Verum ita quidem res est, dum annuli aut seorsim pulsantur, & sonant, aut cum unum corpus ita componunt, ut ob numeri æqualitatem pariter ex utraque parte vibrationes impediantur: attamen cum annuli numero differant, hoc est, altitudines sint inæquales, vibratio ex majori ipsa altitudine redditur impeditior, & tardior: id quod etiam in chordarum longitudine locum habet.

350. Tertium: *Quod si & altitudine, & latitudine differant; erunt soni in ratione subduplicata inversa conorum.*

351. Quartum: *Si & altitudines, & latitudines basium fuerint æquales; erunt omnino unisona.* Hæc duo postrema ex supradictis probantur, atque experimentis constant.

352. Quintum: *Si æra campana sint similia; erunt eorum soni in ratione subduplicata inversa ponderum, seu conorum.* Hoc ultimum etiam observatur, licet figura non sit omnino conica. Ex his omnibus ratio patet, qua æra campana construi possint, & debeant, quæ in data quacumque consonantia puta in octava, in quinta, tertia &c. sonent. Quod quidem periti ar-

artifices plerumque exequuntur, cum passim & in templorum turribus æra campana disponantur, quæ gratum, & harmonicum concentum edunt.

353. Aliqua tamen hic observanda sunt circa communem eorum figuram, & ortam inde sonorum varietatem. Superficies ACB (fig.35.) a basi AB usque ad EG in coni modum contrahitur: ab EG usque ad DF ad cylindrum magis accedit: a DF usque ad apicem C sphæroidis figuram refert. Ex hac figuræ ratione fit, ut diametrorum AB EG, DF &c. magnum fit discrimen. Si igitur in punctis A E D &c. consequenter, aut simul pulsetur æs campanum; plures edet sonos inter se diversos secundum rationem gravis, & acuti: ita igitur fieri possunt prædictæ diametri, ut soni editi harmonicum concentum efficiant.

354. Quod metallorum mixturam, & partium proportionem attinet, qua scilicet quantitate, seu ratione diversa metalla fusione permiscenda sunt, ut formanda æra campana suaviorem edant sonum id, inquam, experimentis, atque tentando discendum est: nullam enim generalem habemus regulam, quæ in re præsenti scrupulose observari debeat. Experientia etiam probante, æra campana altitudinem ut plurimum habere solent infimæ basis latitudini æqualem: eo pacto, ut de tympanis etiam superius diximus, sonum melius edunt.

355. 1. Sequentia etiam phænomena passim observamus, & facile explicantur. 1. Resonant, sonumque paulatim languescentem post ultimam percussionem edunt; quia scilicet ob metallorum elasticitatem languescit vibrationum paulatim reciprocatio, ut fuse exposuimus, cum elasticitatem, & motuum reflexionem explicavimus.

356. 2. Cum nive sunt cooperta, ut frigidioribus in regionibus accidit; surdescunt, vixque sonum, & tenuissimum quidem, atque raucum edunt. Idem pari etiam de caussa observamus, cum parvum, & sonorum alias tintinnabulum manu comprehendimus, & ita comprehensum malleo percutimus. Eadem ubique est ratio: nix, manus, aut similis alia materia mollis vibrationes, & tremores impedit.

357. 3. Facile est, & sæpe accidit æs campanum contrariis percussionibus, & viribus pulsatum rumpi: si nimirum impulsionibus contrariis simul percu-

tiatur: puta si interius in B, & exterius ex A, puncto opposito eodem tempore pulsetur. Ob percussionem enim interius factam in D, contraheretur diameter HI, distenderetur vero diameter AB: contrarium fieret, ob percussionem exterius factam in A, ut consideranti facile perspicitur: cum igitur ob elasticitatem vibrationes a mallei percussionibus necessario fierent; quamplurima puncta in diversas partes agerentur simul: & hinc nullo negotio rumperetur æs campanum.

358. 4. Æs campanum fractum sono amplius edendo, suavi saltem, intenso, & resonanti, qualem prius edebat, est prorsus inutile. Fractura enim fit, ut vibrationes perinde, ut antea, non peragantur: unitæ amplius non sunt annulorum circumferentiæ, rumpuntur vibrationes, arcuum oscillantium longitudo mutatur; parteſque hinc inde in fractura contingentes, & non amplius consonæ, se se radere videre, & quamdam stridoris speciem edere. Nihil hujusmodi accidit, si æra campana parvo aliquo foramine sint perforata: dummodo fractiones non existant: ut experienria, & ratio ipsa persuadent: parvum enim foramen vibrationes peragi, & hinc inde comm nicari non impedit.

§. V.

Aliquæ difficultates contra hactenus dicta solvuntur.

359. Quæ hactenus de sono, ejus natura, proprietatibus, effectibus, & phænomenis diximus, in dubium vocari non possunt; cum non solum luculentissimis experimentis, verum etiam ratione, & mechanicarum caussarum indole demonstrentur. Aliquæ tamen difficultates opponi possunt, immo & ab iis præcipue opponebantur, qui sonum in qualitate a motu aeris distincta olim ponebant. Et licet omnia, aut fere omnia, quæ opponuntur, aut jam superius attigerimus, aut ex hactenus dictis nullo negotio solvi possint; doctrinæ tamen gratia ea modo fusius explicabimus. Ex multiplici igitur capite, soni naturam in tremulo aeris motu non consistere probari posse videtur.

360.

360. Primo ab experimento in cytharis instituto deducitur argumentum. Pulsatis, & sonantibus alicujus cytharæ chordis, alterius etiam cytharæ, prope positæ, & non pulsatæ, chordæ tremunt, & sonum edunt; dummodo cum priori cythara in aliqua consonantia, puta in octava, quinta, tertia &c. consonent: si tamen chordæ sint dissonæ; nulli a non pulsata cythara soni, aut vibrationes eduntur. Si igitur sonus in aeris vibrationibus consistit: omneque corpus sonans aerem citra se positum concitat, & tremefacit: tandiuque aer tremit, & oscillat, quamdiu non extinguitur sonus; pulsatæ cytharæ chordæ non solum consonans alterius cytharæ chordas ad oscillationes, tremorem, & sonum edendum verum agent, verum etiam chordas dissonas in eadem distantia a pulsata cythara positas: æqualibus enim viribus omnes pulsantur, æqualemque habent resistentiam. Vel ergo sonus in aeris tremore non consistit; vel relata phænomena a sono non proveniunt.

361. Resp. cum primum pulsatur corpus sonorum, oscillationesque circumquaque per aerem diffundit; corpora, puta duæ chordæ, unisona una, dissona vero alia, in eadem distantia positæ, eodem tempore, æqualibusque viribus simul concutiuntur, &, si resistentiæ sint æquales, ut in casu præsenti supponitur, ad æquales oscillationes aguntur, & primas vibrationes efficiunt æquales. Quare de primis oscillationibus, seu potius viribus, & actionibus ad oscillandum impressis rem plane conficit argumentum. Cum tamen sonus in una sola oscillatione, seu dimidia vibratione non consistat, sed tremor, hoc est, plures vibrationes requirantur: hujusmodi vibrationes, & tremor per aerem semper una post aliam a sonoro corpore ad chordas perveniant; fit, ut si prima vibratio non impediatur a secunda, secunda a tertia, & sic deinceps, chorda non pulsata sonet; cum semper unam post aliam vibrationes accipiat, vereque proinde contremiscat, & ad eumdem tremorem a subvenientibus semper oscillationibus compellatur.

362. Jam vero cum chordæ sunt unisonæ, oscillationes eodem tempore absolvuntur: si igitur simul incipiant, simul etiam desinent; cum secunda oscilla-

tio-

tio a pulsata chorda per aerem ad secundam chordam pervenerit; secundam hanc chordam peracta oscillatione jam invenit restitutam ad suum priorem situm, & citra ullum contrarium motum; eam igitur potest ad oscillandum iterum agere, & ita deinceps: in quo nulla est difficultas. Si chordæ non sint unisonæ, sed tamen consonent; adhuc secunda chorda oscillabit, & sonabit; licet minus perfecte, quam si essent unisonæ.

363. In hoc tamen casu explicando præcipua est difficultas. Cum chordæ non sint unisonæ, sed una tres oscillationes v. g. peragat, dum alia unam tantummodo absolvit; fit, ut cum secunda oscillatio pulsatæ chordæ G H (fig. 36.) ad secundam chordam A B pervenerit; in illam incurrit, dum a C ad D restituitur v. g. in situ A F B, in medio scilicet itu, aut reditu: in chordam igitur incidit contrario motu regredientem, vel in itu suo adhuc perseverantem: una igitur oscillatio aliam non juvat, sed impedit: chordam igitur ad quietem potius, quam ad oscillationes continuandas compellit. Exemplum habemus manifestum: Cum æs campanum ope chordæ, & manubrii, ut fieri solet, ad oscillandum, & sonandum paulatim agimus; singulis oscillationibus vires paulatim addimus, ut oscillationes fiant semper majores: vires tamen tum solummodo addimus, cum ad oscillationis limitem pervenit, novamque descendendo oscillationem describere incipit: ut quotidianis experimentis ediscere possumus. Si vero illud in media oscillatione, dum ascendit, aut descendit, vi nova urgeamus; oscillationes aut impedimus, aut perturbamus. Et hæc quidem causa est, quare, dum chordæ sunt dissonæ; una aliam ad sonandum non adducit; quia scilicet post primæ oscillationis initium in nullis aliis conveniunt, hoc est, neque simul incipiunt, neque simul desinunt: subsequentium proinde oscillationum vires secundæ chordæ adhibentur, dum ipsa est in medio itu, aut reditu: impeditur igitur ad oscillandum chorda, & ad quietem ob vires sese mutuo impedientes reducitur.

364. Bene est: Quare igitur res bene procedit, si chordæ consonant in quinta v. g. quarta, tertia; licet iis etiam in casibus ob diversos oscillationum eodem tempore editarum numeros, novæ subinde oscillatio-

lationes ad secundam chordam perveniant, dum illa in medio itu, & reditu existit? utrobique enim eadem ratio esse videtur. Resp. Si chorda, quæ pulsatur, sit inferior, hoc est, gravioris soni, quam alia non pulsata; nulla prorsus est difficultas. Cum enim eodem tempore, quo prior semel, bis, aut ter oscillatur, pro consonantiæ ratione, integras oscillationes suas alia etiam absolvat; hinc est, quod cum nova oscillatio advenerit, secundam chordam in fine reditus, hoc est, in fine oscillationis inveniat, eamque proinde ad oscillandum ulterius compellat: id autem in dissonis chordis numquam accidit. Si autem pulsata chorda sit superior, seu acutior v. gr. octava, alia autem sit prima: tunc licet secunda oscillatio ad secundam chordam perveniat, cum ipsa primam vibrationem nondum absolvit, chordamque in itu, aut reditu, aut in media oscillatione feriat, eaque propter oscillationem diminuat; attamen cum sint consonæ, numquam secundæ chordæ oscillatio absolvitur, quin iterum simul incipiant vibrationes, & vires restituantur; sæpissime igitur, hoc est, post gravioris chordæ oscillationes simul semper incipiunt: cum ergo chorda non pulsata oscillationem numquam absolvat, si sit in octava, quin illico ad novam oscillationem compellatur; & quin etiam post tertium, aut quartum casum iterum excitetur, si sit in aliis consonantiis; fit, ut res bene procedat. In chordis autem dissonis contraria omnia sunt, ut ex ipsa dissonantiæ notione patet; nil igitur mirum, si in dissonantibus chordis res minime procedat. Atque hoc pacto difficultatem, quæ exigui momenti non est, secundum mechanicas causas, & leges diluimus. Unum solummodo addendum existimo, cytharæ non pulsatæ chordas eo facilius, intensius, & efficacius ad oscillandum, & sonandum ab pulsatis chordis incitari, quo in perfectiori consonantia cum illis consonent, seu quo frequentius, minorique vibrationum numero interjecto, simul incipiant, & simul absolvantur oscillationes, ut ex dictis facile eruitur.

365. Aliud argumentum, hactenus explicato simillimum in hunc modum proponi potest. Si sonus in vibrationibus aereæ massæ consistit; quare omnia corpora circa sonorum posita, & facile mobilia, a concitato, fremente, & fluctuante aere, a quo illa circumdan-

dantur, non moventur etiam ipsa, & tamdiu tremunt quamdiu sonus durat? Exemplo sint arborum quorumdam folia, corpora quidem tenui, quacumque aeris agitatione mobilia. Hæc, inquam, ad musicorum instrumentorum prope sonantium concentum non moventur, oscillant, aut contremiscunt, quo autem pacto stare id poterit, si omnis circumstans aer tremit? Ex modo dictis, immo & ex superius jam expositis tota hæc difficultas evanescit. Pro responsione igitur ad jam dicta addere sufficiat sequentia. Soni vim habent movendi, seu tremefaciendi corpora a tremente aere circumdata: id tamen intelligi oportet pro virium soni ratione, atque molis, seu resistentiæ corporum. Si sonus sit intensissimus: omnia circumposita corpora tremunt: idque observamus, cum tormenta bellica exploduntur. Si tenues sint; tenuis vel nullus in corporibus excitatur tremor, pro ratione scilicet massæ corporum: neque enim credendum est, ad lyræ sonum rupem tremere. Hæc omnia universim vera sunt, & locum habent in primis sonorum appulsionibus, & in omnibus iis vibrationibus, seu sonis qui adeo interrupte eduntur, atque ad corpora perveniunt, ut cum vibratio posterior ad illud pertingat, jam corpus, priori oscillatione peracta, sine tremore inveniat, ut quotidie in interruptis bellicorum tormentorum explosionibus animadvertimus. Rumpi tamen fenestrarum vitra, majoresque etiam in domorum parietibus fieri concussiones, quod sæpe in majorum tormentorum displosionibus accidere observamus, non illa ego ab edito sono, seu soni vibrationibus, sed a repentina aeris dilatatione ob inflammatum pulverem pyrium provenire existimo. Si citra nitrati pulveris inflammationem, & ortam inde repentinam in aere raritatem ederetur tormenti bombus; non illæ fierent ruinæ. Locum etiam hæc habent in vehementissimis, & maximis sonis; licet non sint admodum interrupti: Quare in his omnibus casibus tenet argumentum, & corpora a sonoris, aliqua saltem ratione, agitantur, & moventur: dummodo inter sonorum vires, & corporum massas existat proportio. A sonis autem non admodum magnis, continuis, aut minimum interruptis post primas appulsiones ea tantum tremefiunt corpora, quæ sint cum sonoris corporibus consona. Neque ad maximos etiam sonos corpora vel levissima minimum agi-

tan-

tantur, si eorum fibræ, dato sono sint dissonæ. Res patet ex subjuncta superiori argumento responsione. Satis hinc etiam intelligitur, quare candelæ flamma materia, si qua alia, mobilissima, ad corpora sonantia prope ardens non contremiscat, licet ab aere oscillante sit circumdata.

366. Tertium difficultatis caput peti potest ab amica contrariorum sonorum in eodem loco, seu materia conjunctione, quin se destruant. Si soni, inquiunt, in aeris motibus, seu tremoribus consistunt; diversi soni in motus, tremoribus, & oscillationibus proculdubio diversis consistent: jam vero fieri ne potest; unam eamdemque aeris massam, seu particulam quamplurибus motus contrariis moveri? Si ergo hujusmodi motibus componi simul in eadem materia non possunt; neque etiam diversi soni per eamdem materiam simul propagari: propagantur tamen: in motibus igitur consistere non posse videntur. Adducta hæc, quæ non levis est, diversorum sonorum per liberum etiam aërem difficultas, major adhuc, & longe clarius apparet, si multiplicium, diversorumque sonorum transmissionem per angustissimum foramen, per humanæ auris cochleam, per media corpora solida consideremus: qualis sane fit per tympani membranam, fenestram vestibuli, & internas alias auditorii sensus, aut organi partes. Qui fieri potest, ut quamplurimi soni admodum inter se diversi uno eodemque tempore a membrana tympani transmittantur? Cum plurimorum vocum, & instrumentorum concentum audimus, totne oscillationes adeo inter se diversas eadem membrana potest transmittere, & in se se proinde edere atque iis agitari?

367. Rem jam superius, leviter tamen attigimus, cum phænomenon ex parte retulimus: ulterioris explicationis gratia lectorem eo remisimus, quo elasticitatem, elasticorumque corporum leges tradidimus. Præter dicta igitur citatis in locis, ad quæ lectorem iterum remittimus, sequentia addo, quibus contrariorum sonorum per aerem, aut sensus organum eodem tempore transmissio seorsim explicetur, singulæque argumenti partes solvantur. 1. Me primo non latet, hujusce difficultatis declinandæ causa ab aliquo statui, heterogeneas esse aeris particulas, ita ut per hæc heterogenea media, & particularum series diversi etiam soni, seu motus non solum transmitti possunt, verum etiam

etiam mediantibus heterogeneis hisce particulis omnes diversi soni, & concentus perinde explicentur, atque mediantibus heterogeneis particulis solaribus diversi colores in systemate Nevtoniano exponuntur. (a)

368. Dum tamen hujusmodi heterogeneæ particulæ physico argumento non probantur; puræ hypotheseos limites non excedunt. Quare si secundum communia, & nota principia & caussas res possit explicari; ad ignotas confugere non licet. Adde, quod in dicta etiam hypothesi difficultas solvi non possit: etenim si soni æque graves, & intensi, seu magni ex diversis partbus eodem tempore emitterentur, per ejusdem speciei particulas propagarentur: deberent ergo se se destruere; cum eadem materia eodem tempore a diversis partibus versus diversos terminos moveri nequeat, ut in argumento contenditur.

369. Circa eam Reaumur hypothesim statue, quod placuerit. Ego quidem, illa prætermissa, dico, sonos quidem contrarios sese vix umquam in aere destruere; licet per eamdem massam aeris insimul transeant, accurrant, aut occurrant: idque ex natura medii per quod diffunduntur, dependere. Hujusmodi medium, nempe aer, non solum est fluidum, & innumeris particulis secum mutuo parum catenatis constans, sed, quod caput est, maximam, & constantem habet elasticitatem. Jam vero per media elastica, præcipua vero fluida, multiplices, diversasque vires eodem tempore ad contrarias partes citra confusionem posse transmitti, experimenta confirmant: vel id fiat secundum easdem, vel secundum diversas partes. Cum enim corpora elastica vires non extinguant; si illas in se recipiunt, post se transmittunt: nisi easdem vires corporibus iterum impellentibus penitus communicent; eadem igitur aeris massa maxime elastica, si eodem tempore plures diversas vires in se recipiat; eas omnes post se transmittet. Cur tamen eæ vires non confunduntur, & in unam ex omnibus compositam coeunt ad eum modum, quo virium compositionem alibi exposuimus? Id vero si fiat; sonum ex omnibus compositum audiemus; nullum tamen distinguemus simplicem: Id quod

(a) *Ita rem proposuit Reaumur.*

quod iterum esset, sonos se mutuo destruere, & difficultatem non explicare.

370. Respondeo: Non confundi sonos ex duplici potissimum ratione, quæ in præsenti argumento rei cardo sunt. 1. Quantumvis soni eodem tempore edantur; non eadem tamen ex parte, neque per eamdem omnino directionem, seu lineam communicantur: adeo ut rarissimum sit, & forsitan etiam impossibile, duos sonos eodem tempore per eamdem omnino lineam rectam ab eadem parte transmitti. Semel autem quod lineæ directionum sint diversæ; citra ullam confusionem ab eadem aeris massa elastica plures vires transmitti simul possunt in diversas partes, ut ex insinuata modo elasticorum indole constat. *Secunda:* hujusmodi diversæ oscillationes eodem tempore editæ non ab eadem, & individua prorsus aeris parte transmittuntur, sed per distinctas ejusdem materiæ partes communicantur.

371. Deinde vel soni, qui simul, saltem quoad sensum eduntur, sunt diversi magnitudine, vel gravitate, vel utraque, vel neutra ratione differunt: Si hoc ultimum; cum soni sint perfecte unisoni, & intensi, confundi quidem possunt in unicum sonum; ut multoties observamus in instrumentis, aut humanis etiam vocibus. Si primum; cum soni sint magnitudine inæquales; a sono autem majori majores undæ in aere moveantur, minores a minore; fiet, ut intra majorem aeris undam minores, minoris soni propriæ, efformentur: ut in marinis etiam fluctibus passim videmus. Si secundum; oscillationes plerumque non conveniunt, hoc est, neque simul incipiunt, neque simul desinunt: pro ratione scilicet consonantiarum; & hinc non eodem tempore per eamdem aeris massam transmittuntur; sufficit autem vel tantilla differentia temporis, ut nullum sit confusionis periculum.

372. Diversorum igitur sonorum transmissionem occursum, & incursum in aere facta considerando: nullum apparet confusionis periculum. Aliqua semper inter eos sonos est quoad directionem, aut tempus, aut magnitudinem, vel gravitatem & alias relationes differentia. In omnibus convenire duo soni vix possunt. Tantillum autem vel in uno ex iis ca-

pi-

pitibus discrimen difficultatem, seu confusionis periculum tollit.

373. Simili etiam modo aliud difficultatis caput solvitur. Sonos inter se diversos eodem plane tempore, eademque directione in membranam tympani appellere, numquam demonstrabitur. Per diversas directiones ad externam aurem appellentes, per diversas etiam lineas versus cochleam, diriguntur, tympanumque pulsant. Radios enim per diversas vias, & diversis sub angulis in obstaculum incidentes, distinctis similiter semitis, & angulis reflecti, & post reflexionem tendere, pura est reflexionum lex. Indubium autem est vibrationes tempore, & directione diversis in corpus elasticum incidentes, & per illud transmissas pari etiam distinctione transmitti.

374. Quarto opponi potest: Si soni essent vibrationes, seu oscillationes aeris; naturam & affectiones oscillationum servare deberent: non tamen servant: etenim oscillationes pendulorum, ut in Statica Physica demonstravimus, sunt inter se in ratione subduplicata longitudinum ipsorum pendulorum, seu ut radices quadratæ dictarum longitudinum; oscillationes autem chordarum sunt, ut ipsarum chordarum longitudines: non igitur generalem oscillationum legem sequuntur. Difficultas ad hoc unum reducitur, unde scilicet sit, quod vibrationes chordarum, & aeris sint in ratione longitudinum: quare enim non omnes eamdem simplicem, aut subduplicatam longitudinum rationem sequuntur?

375. Resp. Id pendere ex natura causæ, seu virium oscillationes efficientium. Non est universim de natura omnium oscillationum, ut subduplicatam longitudinum rationem servent; proprium id est gravitatis, seu pendulorum, quæ sola gravitate ad oscillandum aguntur, ob rationem, & demonstrationem, quam in loco citato dedimus, quem consulere oportet. Vibrationes tamen ab virtute elastica aeris generatæ expositam hactenus rationem servant: id autem discrimen ex diversa elasticitatis, atque gravitatis indole enascitur, ut ex iis, quæ de hisce viribus disputavimus, satis constat.

376. Opponi tandem, aut quæri potius posset, quo pacto ope sonorum, atque auditus corporum distantiam

tiam percipere possumus? Verum circa hæc ab experientia, & usu de objectorum distantia judicium ferre ediscimus: certum tamen est, in innumeros passim errores iis in rebus humanam mentem labi: in majoresque incideret, nisi aliorum sensuum, visus potissimum, ope afferretur remedium. Homo a nativitate surdus, & adulta jam ætate auditus sensum tandem assecutus, longe alias de sonis, eorumque effectibus ideas acquireret, quas nos a cunis, summæ ignorantiæ, & præjudiciorum tempore, sonis semper audiendis, non tamen distinguendis assueti non habemus.



VISIO,

SEU

OPTICA PHYSICA

VISIONIS OBJECTUM, LUX SCILICET ET COLORES, NATURA, MODUS, PROPRIETATES.

377. Amænissimam aggredimur Physicæ partem, in qua mira adeo sunt, & amæna, quæ explicantur phænomena, & mentem illa suavitate, eoque fascino afficiunt, ut vix hominem dixerim eum, quem hujusmodi tractatus non tangat, & ad mirabilia visionis edíscendum, & examinandum non moveat. In tres partes dividitur Optica, pro tribus potissimis luminis proprietatibus, & muneribus, quæ ad visionem referuntur: *Opticam*, *Catoptricam*, & *Dioptricam*, seu in visionem *Directam*, *Reflexam*, & *Refractam*: quibus præmitti debet Physica de natura luminis, & mirandis ejus proprietatibus, atque de coloribus dissertatio.

LECTIO IX.

De luce, ejus proprietatibus, & phænomenis.

378. Nihil est luce clarius in mundano rerum naturalium systemate; nihil etiam est luce ipsa obscurius, si rem, ut Philosophum decet, introspiciamus. Tot difficultatibus involvitur, & inter abditos adeo naturæ recessus lux ipsa latet, ut in ejus natura assequenda animum fere despondeant Philoso-

sophi. Quæ experientia, ratio, observationes, quantum humana industria potuit, edocuerunt, qua potero brevitate & claritate proponam, & explicabo.

DEFINITIO.

379. Lucis nomine id intelligimus, quod objecta aliqua luminosa, cætera vero illuminata efficit, eumque in nobis sensum excitat, quem nuncupamus visionem, & quo veluti medio corpora a nobis remota, eorum magnitudines, & figuras, & positiones aspectamus, dignoscimus, & cum illis commercium habemus. A diversis hisce muneribus *lucem*, & *lumen* distinguunt: licet in communi loquendi modo idem utroque nomine significetur. *Lucem* igitur id nuncupant, quod in objecto luminoso existit, & claritatem, seu actionem suam circumquaque spargit; *lumen* vero ipsam claritatem, seu actionem per medium spatium a luminoso corpore sparsam, & derivatam. Unde etiam priorem illam *lucem* appellant *primariam*, posteriorem vero *secundariam*, & *derivatam*; divisiones nullius fere momenti.

380. Radius lucis est linea tenuissima particularum, seu vibrationum ab objecto aliquo luminoso, vel illuminato usque ad oculos v. g. continuata: qui quidem radius oculos ingrediens eum in illis motum, aut impressionem efficit; ex quo sequitur sensus, quem nuncupamus *visionem*. Si lux in effluviis partium heterogenearum statuatur; is erit radius *simplex*, qui ex unius tantum speciei particulis componitur; si ex pluribus diversarum specierum consurgat, *compositus* appellabitur. Radii igitur luminis sunt (*Fig.* 2.) E A, E F, E B.

381. Radius potest esse *directus*, *reflexus*, aut *refractus*: quid hæc nomina significent alibi exposuimus. Radii *divergentes* sunt ii, qui ab eodem puncto egressi a se mutuo recedunt, v. g. radii (*Fig.* 13.) A H, A H. Radios *convergentes* eos appellamus, qui ad se mutuo accedunt, dum continuantur v. g. radios H D, H D; qui versus D ad se mutuo semper accedunt.

382. *Intensio lucis*, seu lux intensa sunt copiosi lucis radii convergentes seu in eodem puncto, aut in exiguo spatio existentes, aut congregati. *Lux re-*

 missa

missa est exiguus radiorum luminis numerus in spatio non exiguo. Lucernæ cujuscumque E (*Fig. 2.*) radii EC, EG &c. recedendo a lucerna, & a se invicem, efficiunt lucem remissam: congregati in lucerna sunt lumen intensum.

Corpora lumine proprio lucentia, *luminosa* nuncupamus; qualia sunt sol, stellæ fixæ, flamma. *Illuminata* vero illa sunt, quæ lumine mutuato atque ab aliis accepto splendent, ut v. g. aer, paries, terra &c.

Pellucidum, vel, ut dici solet, *diaphanum* est illud corpus, quod lucem transmittit v. g. aer, vitrum, aqua, crystallus. *Opacum*, quod luci transitum negat v. g. saxum, arbor, terra.

ADNOTATIO HISTORICA.

383. *Quid circa lucis naturam statuant philosophi; quænam etiam nostra sit sententia, eruditionis gratia in antecessum quæres. Sunt, qui illam medium aliquid esse inter corpus, & spiritum autumarunt: ex lucis enim phænomenis conficere illi videbantur, eam neque spiritum, neque rem corpoream esse posse. Peripatetici lucem qualitatem quamdam a luminoso corpore circumquaque productam, & propagatam. Duplicem philosophandi modum pene obliteratum, aut vix jam a paucis probatum, nihil sane res physicas explicantem, paucis retulisse satis.*

384. *Tertia sententia, eaque celeberrima, & antiquissima authores habet* Democritum, & Epicurum, *quos postremis hisce temporibus adeo illustrarunt* Gassendus *cum atomistis plurimis, imprimis vero* Nevton, *& præclari ejus discipuli; ut quæ* Epicuri *reapse est*, Nevtoniana *modo dicatur sententia. Hi ad unum omnes, cum Cartesianos vortices, & pleni systema penitus rejiciant, lucem in perennibus subtilissimæ materiæ torrentibus e sole, & reliquis luminosis corporibus effluentibus, & circumquaque delatis constituunt.*

385. *Quarta sententia, quam* Cartesius *primum excogitavit, lucem in æthere materiæ, omnia mundana spatia occupantis, pressione rectilinea a luminoso corpore facta, & ad nos usque transmissa sine ullo tamen vero motu, sitam esse asserit* Descartes *actionem lucis illiusque transmissionem a sole usque ad quemcumque ter-*

terminum momentariam, seu citra omnem temporis successionem posuit. Cum vero id, & alia mox exponenda, post Cartesii tempora experientiis, & calculis contraria deprehenderentur; aliqui Cartesiani, retento indicatæ sententiæ fundo, plurima mutarunt, & felicius exposuerunt.

386. *Plurimi tandem hodie lectissimi physici & præclari alioqui Geometræ, qui naturam solummodo, rationem, experimenta audiunt, systemata vero rejiciunt, nullam ex prædictis sententiis probant: sed lucem eadem ratione explicant, atque sonum. Hanc nos etiam opinionem aliis omnibus longe præferendam, atque omnino tenendam existimamus. Interim distinguere semper oportet inter lucem extra animam, & lucem intra animam, ut fuse jam exposuimus, cum de sono & de generali qualitatum notione disputavimus.*

PROPOSITIO XX.

387. ***Lux aut lumen extra animam existens est aliquid materiale, materia, aut modus materiæ: medium proinde non est inter corpus & spiritum.***

Lux habet proprietates, & affectiones solis corporibus convenientes: a luminoso corpore impellitur, aut vibratur: oculorum retinam ipsa etiam impellit; & cum intensissima est, vehementer offendit, & ferit: ita ut lucis impressionem sustinere non valeamus. Hinc nullus hominum ad solem fulgentem recta collineare potest. Qui latiores habent pupillas, & nimiam lucis copiam admittunt, in parietes calce dealbatos, in montes nive coopertos, & lucem solarem reflectentes oculos intendere citra molestiam non possunt. Cum a tenebris ad magnam lucem repente transimus; magna lucis claritas vehementer oculos offendit. Constat etiam propositionis veritas ex vi impellendi corpora in radiis lucis animadversa, & motu ejusdem: eorum enim alterum, vel utrumque in luce reperiri demonstrabimus. Illa præterea per lineam rectam motu suo directo progreditur, aut propagatur: in corpora impingens reflectitur, refringitur, directiones pro libito nostro mutat: hæc omnia uni materiæ, seu corpori conveniunt. Allatæ modo rationes, & plura alia, quæ adduci possent, argumenta peripateticam illam sen-

tentiam superius indicatam pariter evertunt. Sed opinionem verbis citra sensum conceptam, nihil explicantem, & ubique explosam omittamus.

PROPOSITIO XXI.

388. *Lux aut lumen non est effluvium aliquod particularum a corpore luminoso perenniter erumpentium, ut posuit* Epicurus, *affirmant* Atomistæ, & Nevtoniani.

Ut modo dicenda intelligantur, in mentem revocanda sunt, quæ in Astronomia Physica circa systema *vacui* exposuimus; in sententia enim recentiorum, qui Epicuri opinionem tenent, sol statuitur corpus fluidum, quasi sphæricum, immensis spatiis circumdatum, quæ perenniter illuminat, immensos, & rapidissimos materiæ torrentes singulis temporis momentis ex se se quaquaversum emittendo, quibus vastissimos illos orbes illuminat, hoc est, materia lucis semper nova, & transeunte adimplet. Orbis saturni diameter 600. fere leucarum milliones extenditur: nec solummodo capacissimum hunc sphæricum orbem perenni fluentis lucis torrenti suffundit sol; verum eam in multo majores distantias, usque ad stellas fixas emittit, inter quas sol ipse numeratur.

389. Summà totius rei est, sol, stella quæcumque fixa, corpora enimvero vastissimæ molis, rotunda, ex se se luminosa, spatiis vacuis circumdata immensos subtilissimæ materiæ torrentes undique semper emittunt. Subtilissima hæc materia per tota illa spatia, & orbes offusa, & velocitate delata, qua singulis minutis temporis 4 leucarum milliones conficiat, hæc, inquam, materia illud est, quod in animantium oculos motu incurrens, eorumque retinas perenni ictu percutiens, cum in anima sensum, seu cognoscendi modum excitat, qua dicitur visio, & lumen. Illud fluidum est materia lucis: illius actio est motus: materia illa sine motu est corpus opacum, obscurum, neque illuminans corpora, neque ad visionem conferens. Lux igitur, hoc est, impropria extra animam, est ictus materiæ fluidissimæ: lux propria, lumen, claritas sunt actus, & sensus animæ, seu animantium. Hæc quidem postrema sunt

vera:

veræ de materiæ effluvio impræfentiarum tantum agitur.

390. Hifce pofitis propofitionem fequentia capita evincunt. Si perennes illi; & vaftiffimi particularum torrentes e fole femper circumquaque eff'uerent, & rapidiffimi erumperent, fieri non poffet, quin jam diffipatum effet folare corpus: funt enim prope 6 annorum millia, ex quo illi materiæ torrentes e fole perenniter erumpunt, & per immenfa cæleftia vacua difperguntur, & abeunt, quin ad folem revertantur. Hujufce argumenti vis ex jam dicendis magis adhuc confirmatur: eam ut enervent Epicuri fententiæ fectatores, mirabilem particularum erumpentium tenuitatem, & enormem folis maffam nobis reponunt. Materiæ particularum fubtilitatem imaginationis humanæ vim fuperare, & folarem fphæram feu volumen decies centies millia, feu, ut dici jam folet, millionefies terram noftram excedere non ignoro; attamen fi folaris maffa cum immenfa fpatiorum folaris orbis capacitate ufque ad fixas conferatur; quæ quidem fpatia immenfa ad fingula momenta novis eruptionibus, & effluviis luminofis fecundum adverfarios repleri debent; incredibile prorfus apparet, folem non illico in momento temporis evanuiffe. Sol enim eft omnino infenfibile punctum, immo fere nihil, fi ad fpatia a fe illuminata referatur. Jam vero cogitando apprehende, fi potes, quo pacto illud *fere nihil*, & punctum infenfibile folare a 6 mille annis fluxu perenni conftanti, & femper novo integram iftam fpatiorum vaftitatem inficiat, & femper repleat, quin vel in momento fuerit diffipatum.

391 Mirum eft, in quot fe volvant partes emiffionum affertores, ut inftantem femper hanc difficultatem diluant. Alii enim, ut jam dixi, ad fubtilitatem effluentis materiæ confugiunt; præcipue vero P. *Bofchovich*, qui calculo ingeniofe deducto, demonftrare contendit, materiam per 6 mille annos a fole emiffam vix digitum cubicum æquare. Alii ad cometarum cafus in folem; alii alias quærunt folvendæ difficultatis rationes: omnia tamen vera non effe, vel ad evidentiam probabimus.

392. Accedit, quod in immenfo hoc folari orbe ufque ad ftellas fixas nullum fit fenfibile fpatium, quod novo

lumine solari ad momenta singula non repleatur; da enim quodvis tantillum spatium: minimum insectum inibi locatum claritatem, objecta, & se ipsum perspiciet; id igitur spatium insensibile luminosis particulis, & effluviis est semper plenum, & ad singula momenta repletur: cum emissiones solares, seu luminosæ particulæ a sole semper moveantur, & velocissime ulterius abeant. Argumenti efficacia magis apparebit, si illa insecta consideres, quorum 27. milliones exiguam blattam adæquent: perpende, quæso, quales erunt eorum oculi; quales pupillæ, & spatia a pupillis occupata. Uno verbo: Detur quodcumque spatium minimum in vacuo cælesti: inter illud, & solem nullum est impedimentum lucis: quare igitur non erit semper illuminatum: ergo omnia illa spatia sunt luce plena in singulis momentis.

393. Hujus doctrinæ consequentia esset, spatia cælestia, quæ juxta Nevtonianos omnes vacua esse debent, ne platearum motus tantillum perturbent, esse fluida materia omnino plena, hujusmodi igitur effluviorum emissionibus cælestia vacua tollunt & totum systema evertitur; cum juxta prædictos philosophos omne medium fluidum motui resistat; resistentia autem attractionum vires, & effectus impediat.

394. Id etiam consequeretur, spatia cælestia esse fluida corpora perinde, ac terra, & planetæ reliqui, densa: in iis igitur spatiis planetæ solis attractionum viribus sese moventes, motum suum omnem amittunt, antequam spatium trium diametrorum conficiant, ut contra systema pleni demonstravit *Nevton*.

395. 2. Incredibile prorsus est, ignem terrestrem v. g. lucernam hujusmodi emissionibus effluviorum spatium circa se illuminare: quo enim pacto spatium millionesies, & millionesies majus candelæ flamma effluviis impleret? Exiguam lucerna flammam, materiam maxime raram, cogitando divide per integrum spatium a lucerna illuminatum, v. g. per orbem, cujus diameter sit leuca. Ea particularum per dictum spatium divisione facta, a te ipso quære, sit, necne illud spatium vere a lucerna, materia scilicet luminis, ut modo demonstravi, plenum. Adde integram flammæ materiam singulis momentis dissipari, & aliam in dissipatæ locum per me-

dium

dium ellychnium suppeditari: idem igitur potiori jure in sole eveniet.

396. 3. Cùm spatia cælestia ab adversariis ponantur vacua; solaris autem massa perpetuo circa axem suum circumvoluta a centro semper recedere conetur; qui fieri poterit, ut tota solis materia non dissipetur, & per cælestia spatia diffundatur? Habent enim particulæ solares vires semper ad egrediendum urgentes, nullam vero resistentiam in vacuo. Deinde si subtilissimæ solares particulæ viriuth centralium beneficio a solis centro propelluntur, & per cælestia spatia usque ad terram, planetas, & fixas projiciuntur; cur densiores, & crassiores massæ eandem non sequuntur viam; cum majoribus ad egrediendum viribus impellantur, a nulla autem resistentia detineantur? Respondent (*): partes majores, crassiores, & densiores detineri a gravitate, hoc est, ab attractione versus solem, ne ab illo recedant, & propellantur. Recte id quidem in aliorum philosophorum systemate: nequaquam tamen in Nevtoniano secundum Physicæ leges, & principia ab iis philosophis stabilita. Si attractio impedit partes crassiores; impedire etiam debet subtiliores. Corpora enim quæcumque inæqualia ab eodem communi corpore attracta, æqualiter attrahuntur in iisdem distantiis: agit enim attractio in ratione massæ corporum attrahentium. Si dicas ob majorem crassiorum particularum superficiem, & plexum, tenacius eas partes in contactu attrahi, quam subtiliores: probanda primum tibi est hæc exceptio a generali lege attractionis: ita enim arguo: attractio agit solummodo secundum massas, non secundum superficies extra contactum: ergo etiam in contactu: etenim vis agit & attrahit corpus, non vero superficiem, quæ procul dubio non est corpus. Deinde quo subtiliores sunt partes, majorem habent superficiem, ut ex Geometria constat: ergo ex hoc etiam capite tenacius attrahi debent subtiliores, quam crassiores partes. Secundo, vis centrifuga major est pro majori revolutarum partium massa & densitate: partesque

(*) *In eorum enim sententia attractio, & gravitas idem omnino sunt.*

que licet aliunde in centrum graves ; eo facilius, & citius a suæ gravitatis centro recedunt ; quo major fuerit earumdem circumvolutarum partium massa, & densitas, velocitas vero æqualis, ut de centralibus viribus est demonstratum : cum igitur a nullo alio præter gravitatem ; seu attractionem, quæ idem est, ac gravitas secundum adversarios, impedimento detineantur partes crassiores ; multo facilius & citius, quam subtiliores a centro recedent, totusque brevissime dissiparetur ; & evanesceret sol. Corpora crassiora, & densiora, seu majoris massæ, majorem, quam subtiliora habere vim centrifugam, & citius, longius, velociusque a centro recedere, si in eodem circulo cum eadem velocitate volvantur ; in loco ratione ; & experientia demonstravimus, atque a nullo negatur...

397. 4. Quartum argumentum vim illam spectat, qua lucis materia a sole projicitur. Eam non esse vim centrifugam, ita demonstratur. Corpus (v. g. lapis in funda) vertigine circumactum, & postea sibi libere permissum, ea velocitate projicitur, & defertur per tangentem, qua revolvebatur circa centrum, cum motum per tangentem accepit : in tangenti enim ea semper æquabili velocitate defertur, quam habuit in primo elemento tangentis, quod est commune segmentum curvæ, & ipsiusmet tangentis, hoc est ; in contactu tangentis ; & curvæ. Sol ex omnium Astronomorum observationibus 25. dies in vertigine sua absolvenda impendit : cum autem illius diameter sit ad diametrum telluris, ut 100 ad 1 ; diameter vero telluris sit 2400 leucarum ; erit diameter solis 240000 leucarum : ergo circumferentia æquatoris solaris habet 720000 : particula ergo in æquatore solis existens 25 diebus, hoc est, 36000 minutis percurrit 720000 leucas : ergo in uno minuto percurrit solummodo 20 leucas motu vertiginis : ergo lucis particula per vim centrifugam a solis vertigine acceptam percurret in tangente 20 leucas singulis minutis : atqui secundum Newtonianos lux a sole usque ad Terram, in 32. scilicet leucarum millionibus percurrendis, impendit solummodo 8 minuta ; ac proinde singulis minutis 4000000 leucas, hoc est, quatuor leucarum milliones peragrat : ergo demonstratione constat, lucem ad nos virtute centrifuga

fuga non pervenire. Quænam igitur caussa miræ illius velocitatis, 4000000 leucarum in minuta singula, qua fluidum illud a sole projicitur, seu repetitur? Quænam etiam paris repulsionis, & velocitatis caussa in accensa candela? Sed de caussæ ipsius difficultate conveniunt, de eaque assequenda desperant etiam Netoniani. *Il n'y a rien, que nous soit moins connu, que la cause de l'emanation de la lumière*, inquit *Muschembrock* (a).

Satis tamen haud est, ignotum fateri caussam: illa insuper eorumdem philosophorum principiis est contraria. Vis centrifuga non est caussa sufficiens: attractio expulsioni, seu effluviis opponitur: vastissima etiam solis massa, attractionis vim augendo, emanandi difficultatem auget.

394. Juxta Nevtonianos hujusmodi solares emissiones 7 aut 8 minuta prima temporis impendunt, ut a sole ad terram deferantur (b): cum igitur solem in horizonte videamus per illos radios, seu emissiones, quæ, cum horizontem attingit, ad nos emanent; solem in horizonte spectabimus, cum jam duobus gradibus ab horizonte fuerit elevatus, seu 8 minutis a transitu per horizontem exactis. Saturnus decies fere magis a terra distat, quam sol (c). Saturnum igitur tum in horizonte, aut meridiano spectabimus, cum jam 15 & amplius gradibus, eos circulos fuerit prætergressus, hoc est, post unam & amplius horam a vero transitu Saturni per horizontem, aut meridianum.

395. Rursus Stellæ fixæ juxta ipsos etiam Neutonianos infinite fere magis a nobis distant, quam sol, aut Saturnus: consequens inde erit, stellam fixam v. g. Syrium in meridiano a nobis spectari post plurimos dies, aut hebdomadas a vero illius transitu per meridianum exactas. Nulla proinde astra in locis, ubi existunt, spectari a nobis possunt e terra; sed mera solummodo astrorum phantasmata observamus: Stellam v. g. in meridiano supra horizontem videbimus, cum ea in meridiano infra horizontem

tem

(a) *Apud Voltaire Melanges vol. 8. pag. 187. &c.*
(b) *Vide Gravess. Muschemb, Desaguliers &c.*
(c) *Vide Astron. Phys. Lect. 3, 5.*

tem existit, & sic de mille aliis. Similiter in luminosis terrestribus; cum eorum lux in effluviorum emissionibus consistat, qui temporis successione propagantur; faculam eminus lucentem spectabimus, cum illa jam fuerit extincta, aut in alium locum translata. Cum vero recentiores Astronomi (ii vero potissimum, qui vacua cælestia, attractionem, & *Epicuri* sententiam circa lucem tenent) ex annua orbis magni parallaxi stellas fixas primæ magnitudinis ad distantiam 12614400. millionum leucarum removeant; 6. annos impendet lux, ut a viciniori stella fixa ad nos usque deveniat: quare *Adam* post 6 annos primum stellas in cælo fulgere animadvertit. Deinde eorum etiam Astronomorum aliqui stellas eo magis a nobis remotas esse contendunt, quo minores apparent: & hinc, ut a sextæ magnitudinis stellis ad nos usque deveniat lux, 36. annos secundum eos Auctores impendit.

396. 6. Quo tandem abeunt immensi illi effluviorum torrentes a sole per totum solarem orbem diffusi? quo tandem sistunt? Equidem quod primum attinet, a sole per immensa cæli spatia nihil est, nisi vacuum secundum adversarios; si astra excipias, quæ relata ad illa spatia sunt puncta insensibilia, & fere nihil: cum igitur torrentes luminosi immensa rapiditate ferantur, nullamque in vacuis offendant resistentiam, aut causam illos detinentem; neque sistere, neque regredi possunt: quo igitur tandem aliquando abeunt, velocissimo illo motu per inertiam conservato?

397. 7. Per exiguum foramen in charta cuspide acus apertum fere integrum hemisphærium perspicitur: opus igitur est, ut radii, seu emissiones luminosæ a singulis integri hemisphærii objectis per exiguum ejusmodi foramen una simul ingrediantur; neque tamen alia ab aliis perturbentur: quo autem pacto id fieri possit, explicari in hac sententia nequit: omnes illi radii sunt infiniti materiæ torrentes, seu subtilissima fila, & fluxiones perennes: per angustissimum foramen, tamquam per centrum transeuntes, ab omnibus integri hemisphærii punctis per infinitas directiones emissi; & se se idcirco secantes, & penetrantes.

PROPOSITIO XXII.

398. *Illud corpus est luminosum, cujus particulæ insensibiles a se invicem divisæ motu intestino cientur, crebris, vividisque oscillationibus perenniter explicantur, & retrahuntur: lux proinde, prout in corpore luminoso existit, in ejusmodi insensibilium, & subtilium partium corpus fluidum constituentium motu, & promptissimis oscillationibus consistit.*

Jam superius dixi, lux, claritas, visio re ipsa est modus percipiendi objecta, quædam cognitio, & sensus animæ: hujusmodi sensus, & repræsentatio objectorum in anima habet caussam physicam externam excitantem in objecto viso, seu per illum modum repræsentato: caussa illa, quæcumque tandem existat, vulgo nuncupatur lux; corpus, in quo inest, & ex quo emittitur actio, *luminosum*, seu *illuminatum*: de physico illo externo principio modo agimus: quid illud sit, quærimus, & statuimus. Omnia corpora inflammata sunt eo ipso luminosa: hujusmodi sunt sol, stellæ fixæ, lampades, & flammæ quæcumque terrestres: ut omnium sæculorum nos docet experientia. Quin immo corpora quæcumque semel ac inflammantur, luminosa fiunt & lucem ex se emittunt, ut in oleis, cera, lignis & mille aliis corporibus passim observamus: generatimque lux cum calore, & igne, flammæ cum luce semper conjunguntur. At motus oscillationis, & intestinus subtilium, & insensibilium partium cujuscumque corporis flammam, seu igneum corpus (saltem impurum) constituit: quin aliud requiratur: ergo idemmet partium motus luminosum corpus efficiet: eoque uno posito; lucidum evadit corpus. Non inficior tamen, peculiarem illum materiæ motum, qui lux est, nonnihil habere puræ ignis rationi non necessarium, secundum illa, quæ de ignis elemento agentes disputavimus.

399. 2. Corpora aliqua luminosa fiunt, lucemque ex se, tamquam phosphori, emittunt, eo solum quod vehementer atterantur, & fricentur; qualia sunt adamas inter pretiosa Regis Angliæ asservatus (*a*).

3. Si-

(a) *Apud Boyle, & Nollet lect. 15.*

3. Similiter aliquæ carnes, squammæ piscium, & ligna putrescentia, & in tenebris posita lucent.

400. Innumera fere sunt corpora, quæ arte præparata fiunt luminosa, & in tenebris splendent. Ut id rei obtineatur, corpora alio alia tractantur modo. Aliis quidem satis est, exsiccari: nonnulla debent etiam calescere; coquuntur alia ad ignem non vehementem: solvi tandem, aut in calcem redigi sæpe etiam opus est. Pauca enim vero sunt corpora, quæ aliquo ex his modis tractata, lucem ex sese non emittant, & inter naturales phosphoros non numerentur, ut multiplici tentamine facto observarunt *Beccari* (*a*), & *Du Fay* (*b*): qui hujusmodi argumentum studiosissime prosecuti sunt. Arena, lapides, duri, blandi, opaci, pellucidi; animalium partes in lapidem versæ, multiplex terræ species, sales, carnes, ossa, nervi, & imprimis papyrus, tentaminibus subjecta rem probarunt. Uno verbo *Du Fay* ea potius corpora numerat, quæ aliquo ex indicatis modis præparata non luceant, quam ea, quæ lucem, velut phosphori emittunt. Modis autem indicatis insensibiles corporum particulæ motu intestino agitantur, aliæ in alias moventur, & a se se invicem expediuntur; si igitur corpora hoc pacto tractata hisce motibus affecta emittendi lucem vim acquirunt, & fiunt luminosa; lux lucentis corporis in prædictis partium insensibilium motibus, & affectionibus consistat: corpusque quodcumque evadet luminosum, semel ac ejus partes relatis agantur motibus.

401. Datum quodcumque corpus terrestre, v. gr. lignum parumper consideremus. Rude illud crassum, durum, opacum, inersque corpus accendatur: quod vel parvæ aliquando scintillæ casu, aut interna fermentatione accidere potest. En obscuram hactenus, inertemque materiam, ne lucis quidem indicium edentem, in clarissimam modo flammam, luminosum corpus, lucem circumquaque emittens immutatam. Totum lignum, obscurum antea corpus, modo est luminosum, & lux ipsa. Cum eadem in [illegible] utro-

---

(a) *De quamplurimis Phosphoris &c. commentarius.*
(b) *apud Nollet loco cit.*

utroque statu sit materia; esse modo luminosam, ab eo tantum est, quod de novo eo in corpore accidit: id autem est purus intestinus, & oscillationis motus: quod vel ex ipsius inflammationis ratione constat. Hæc vero ut plurimum est inflammationis gradatio: Calescit corpus: ex natura caloris partes corporis paulatim calescentis gradatim solvuntur, agitantur, aliæ in alias moventur: partes singulæ, integrumque idcirco corpus dilatatur: se se dilatando iterum constringitur, & restituitur: quæcumque tandem sit ejus restitutionis causa. En corpus sensim calescens, ignescens, inflammatum, luminosum. Caloris, atque ignis naturam superius expositam non ignoranti omnia hæc sunt manifesta.

COROLLARIUM.

402. Corpus igitur esse luminosum, seu lucidum, est quidam corporis ipsius status: internaque & primaria eorum lux est modificatio quædam particularum ipsius corporis, seu partes substantiales corporum certis motibus, & modificatione affectæ. Si enim omnes insensibiles corporum lucidorum, v. gr. solis partes sistant, coalescant, & coagulentur; sol obscura quædam massa fieret, nullamque ad nos lucem emitteret: ut ii etiam fatentur, qui Epicuri opinionem tuentur. Eorum sententia particulæ lucis, amisso motu, jam non sunt lux: & cometæ, hoc est, planetæ opaci vertuntur in lucem, si in solem cadant. Id autem non accideret, si corpus luminosum esset per naturam suam luminosum, ejusque partes ex se se, & in quocumque statu essent lux.

PROPOSITIO XXIII.

403. *Lux extra corpus luminosum existens, ab illoque emissa, seu propagatio lucis per medium corpus pellucidum circa luminosum sunt eædemmet vibrationes materiæ corporis luminosi circumpositæ auræ communicatæ, & per eamdem transmissæ: soni oscillationibus, & naturæ prorsus similes.*

Antequam propositionem probemus, indicatam jam superius Cartesii opinionem exponamus, usquantum in-

inter Cartesianam hypothesim, & nostram sententiam intercedat discrimen, manifeste appareat.

Des Cartes igitur rem ita conceperat: corporis luminosi v. g. solis partes a se invicem divisæ exposito hactenus motu inter se cientur: solis præterea integra massa fluida, & in subtilissimas partes divisa circa proprium centrum velocissime convolvitur. Unde fit, ut tota hæc enormis massa, singulæque illius partes a centro recedere viribus centrifugis semper conentur: materiam igitur æthercam circa solem positam premunt, impellunt, & removere adnituntur: cum igitur immensa spatia, a sole usque ad terram, & ulterius diffusa, materia ætherea, & subtili sint perfecte plena; inde fit, ut a sole usque ad terram, seu spectatoris oculum, unicum corpus continuum intercedere reputandum sit: impressio igitur prope solem a sole ipso in altero hujusce medii, seu continui corporis extremo facta, sine ulla temporis mora ad aliud extremum propagatur, & sentitur: ut in baculo, exemplo Cartesio familiari, fieri observamus, cujus si unum extremum versus aliud impellas, impulsum illico in opposita extremitate sentimus.

404. *Des Cartes* ponebat primo luminis actionem momento temporis transmitti: ut ex hac expositione patet: nondum enim illius ætate observationibus, & calculis comperta erat ejus diffusio in tempore. 2. Materiam æthercam, seu materiam lucis, *globulosam*: hæc quippe erat secundum elementum Cartesii: Hæc quidem positio conceptæ hominis hypothesi erat conformis re tamen arbitraria. 3. Lucem non esse motum, sed solummodo nisum, pressionem, & conatum ad motum: neque materiam æthercam ab actione solis loco moveri illa deinde spatia esse perfecte plena ponebat. Horum primum recentiores emendarunt; secundum & quartum velut hypothesim probabilem multi amplectuntur; tertium omnes, aut fere omnes rejiciunt. Cætera Cartesianæ sententiæ capita, & doctrinæ veluti fundum plurimi hodie tenent. Hanc sententiam validissime impugnarunt Peripatetici, demonstratione potissimum Hydrostatica statim exponenda circa fluidorum pressionem versus omnes partes æqualem. Quod ad nos attinet, puram pressionem, & nisum, sicut in sono, ita & in lu-

luce omnino rejicimus: ejusque vice utrobique statuimus oscillationis motum. De materia secundi elementi, illiusque figura nihil soliciti sumus; res enim est incertissima: aura ætherea nobis est aer subtilissimus. Circa poros, vacuos potius, quam plenos decernimus. Promptissimæ & vividæ oscillationes nobis sufficiunt.

405. Ad rem ipsam deveniamus. Lux per medium propagata, seu lucis diffusio non est accidens aliquod peripateticum, spiritus, aut res media inter spiritum & corpus: sed est materia peculiari modo affecta. Movetur enim ab instrumentis materialibus, in motibus suis temperatur, & dirigitur, frangitur, resilit, in unum colligitur, ferit, corpora incendit, dissolvit, in pulverem redigit: quæ quidem omnia uni corpori competunt. At est corpus subtilissimum, & temporis fere momento immensam prope distantiam percurrit, & emetitur. Ejus motum pernicissimum omnes agnoscunt: mirabilem lucis subtilitatem plurima passim phænomena demonstrant: vitrum, crystallum, lapides pretiosos, immo & aurum & quodcumque aliud corpus, si in bracteas dividatur, penetrat. Non est etiam lux emissio aliqua effluviorum, quæ a sole effluentia ad oculum usque deferantur: ut superius etiam demonstravimus: superest igitur, ut dicamus, lucem in explicatis materiæ vibrationibus consistere. Eorum enim alterum admittatur, oportet: lux aut est materia subtilissima a luminoso ad oculos delata, aut motus per materiam non delatam transmissus: si primum evicimus falsum: consequitur alterum.

406. Secundum hanc quidem rei positionem melius, & facilius, quam in ulla alia, lucis phænomena explicantur: nullum deinde est experimentum, ratio, aut calculus, quo ejus falsitas ostendatur, aut secundum illam non explicetur, ut inductione ipsa evincemus. Rei igitur positio locum habet in natura: ad id unum omnium confessione redigitur sonus. Positioni respondent, ab eaque consequuntur omnia lucis phænomena: aliud opus non est ad caussæ cujuscumque veritatem adstruendam.

407. Præterea in hac una sententia locum non habent nodosæ illæ difficultates, quas adversus Epicuri opinionem supra posuimus: quæ quidem absurda

multa in ea sententia demonstrant. Deinde facile intelligitur luminis propagatio, ejus directio per lineam rectam, luminis diffusio versus omnes partes, ita ut nullum sit in medio spatium, quod luce careat, luminis fractio, reflexio, in unum focum collectio, corporum pelluciditas, & opacitas, & plurima alia lucis phænomena, quæ velut sponte sua ex hac sententia deducuntur. Tandem summa rei in hoc unum reducitur: ad explicandam lucis naturam, proprietates, & phænomena eum rerum, & caussarum agendi modum ponimus, qui & existit in natura, & ad rem, de qua agitur, explicandam satis est, & nullis præterea difficultatibus obruitur, quæ probabili responsione non diluantur: nihil etiam hypothesis a nobis adstruitur, quod in aliorum sententiis non ponatur, ut jam demonstrabimus. Præterea maxima analogia inter lucem, & sonum intercedens, & in sequenti lectione de Coloribus fuse exponenda utrumque naturæ effectum eodem aut simili modo, & ratione peragi omnino confirmat. Præcipuas autem proprietates luminis ex nostra hac sententia deductas sequentibus corollariis exponimus.

COROLLARIUM I.

408. Lumen igitur, perinde ut sonus (cujus naturam superius exposuimus), a luminoso corpore, tamquam a centro, per lineas quidem semper rectas, sed quaquaversum in orbem, diffunditur, & propagatur. Luminosum corpus, cujus partes a centro semper recedere conantur, versus omnes partes distenditur, veluti inflatur, & circumstantem materiam impellit: cum autem spatia omnia circa luminosum sint materia subtili plena; circumstans hæc materia ob magnam, quam post se offendit, resistentiam repellitur, & se se restituendo luminosi partes in centrum repellit, ab iis alterne semper pulsanda. Alterna illa percussio in orbes luminoso concentricos propagatur; quilibet tamen radius seorsim recta semper dirigitur.

CO-

COROLLARIUM II.

409. Et hinc facile intelligitur, in immenso illo medio, seu spatio, quod solem circumdat, nullam esse ne tantillam quidem partem, quæ luce careat: Cum enim alternis illis percussionibus integræ circulares, & sphæricæ massæ recta impellantur; nulla esse potest pars, quæ non impellatur: ad eum modum, quo injecto in aquam stagnantem lapillo, aqueus circulus, & periphæria circa punctum ictus concentrica, sensim dilatatur, & nullam in superficie partem relinquit, quam non impellat. Idem de sono suo loco diximus.

COROLLARIUM III.

410. Hinc etiam manifeste patet, lucem, seu lucis actionem, vim, & intensionem eo magis debilitari, & minui, quo magis crescit distantia a corpore luminoso. Decrescit igitur in ratione inversa quadratorum distantiæ a luminosi centro. Sit v. g. distantia (Fig. 2.) EC, 4, EA, 8: luminis igitur intensio in primo puncto C est ad luminis intensionem in secundo remotiori, ut 64 ad 16, quæ sunt earum distantiarum quadrata. Superficies BA, DC concentricæ augentur in ratione quadratorum distantiæ a centro, seu radiorum (a): impetus autem, vis, seu actio luminis in ea ratione decrescit, qua augetur materia, per quam distribuitur (b): erit igitur intensio actionis luminosæ in diversis a luminoso distantiis, ut quadrata earumdem distantiarum inverse.

COROLLARIUM IV.

411. Lumine, seu lucis actione objecta omnia, in quæ impingit, vere feriuntur & percutiuntur; neque enim lux solummodo habet nisum, & conatum ad motum, sed vere movetur, aut potius in vero mo-

(a) *Geometr. Elem. tertium n.* 138.
(b) *Tom. 1. Phys. Gen. lect.* 15.

motu materiæ consistit: & hinc vehementem luminis intensionem oculis ferre non possumus, ob delicatam pupillæ texturam: & ob id etiam quod solares radii, si copiosi fuerint, in retina collecti, ignem accendunt, ut inferius late explicabimus, cum de visione sermo nobis erit.

COROLLARIUM V.

412. In sphæra integra luminosi corporis punctum intensiori lumine perfusum, & illustratum est ipsum luminosum, quod est veluti commune centrum omnium radiorum. Eo loci sunt radii plurimi, spatium minimum. Ab eo recedendo decrescit sensim lux in data modo ratione. Quod scilicet radii ab ipso luminoso semper divergendo, & ad majus spatium sese diffundendo, & dispergendo propagentur. Hinc enim necesse est, ut majorem materiæ quantitatem offendant, & debilius eam impellant. Unde etiam deducitur, luminis intensionem non fore minuendam, si radii a luminoso emitterentur inter se paralleli. Hæc omnia de sono pariter demonstravimus; sed de his, & aliis huc spectantibus iterum loquemur, cum de illuminatione, & visione disputabimus.

COROLLARIUM VI.

413. Manifeste etiam deducitur, lumen ex diuturna præsentia luminosi in medio non intendi. Cum enim eadem semper actio luminosi, & vibrationes perseverent; iisdem semper viribus medium impellitur, & percutitur. Idem in sono quotidie observamus: quantumvis eadem vox semper in aliquo loco edatur; soni tamen intensio numquam augetur: cum eædem aeris vibrationes, & undarum efficacia perseverent. In calore contrarium accidit: ad ignis enim diuturnam præsentiam augetur, & intenditur semper calor; cum aliæ semper, & aliæ particulæ ad motum concitentur, ut late explicavimus, cum de igne & calore disseruimus.

COROLLARIUM VII.

414. Huic ſententiæ cohæret, & ſecundum illam explicabis, quod in ſacris litteris refertur, (a) lucem ſcilicet primò die a Deo factam, cum Sol tamen quarta tantum die creatus fuerit. Prima ſcilicet die creavit Deus materiam æthercam, quæ eſt ipſa lux materialis; certas ipſi motiones impreſſit, iis prorſus ſimiles, quas modo a Sole accipit, ut univerſum mundum illuminaret. Die vero quarta factus eſt Sol, qui certis legibus, & continua vibrationum ſerie eandem materiam impelleret, & mundum, ſeu ſolarem noſtrum orbem illuſtraret. Duæ aliæ luminis proprietates, nempe reflexio, & refractio totius *Catoptricæ*, & *Dioptricæ* fundamentum, commodius infra exponentur, cum duas haſce Opticæ partes phyſice explicemus. Alia etiam ad luminis naturam, & effectus ſpectantia ex ipſa etiam difficultatum ſolutione intelligentur.

Solvuntur Argumenta oppoſita.

415. Vix ſuam de lumine ſententiam in medium produxerat *Deſcartes*; cum plurima in eam argumenta congeſſerunt Peripatetici, quibus Carteſium validiſſime impugnarunt, ut videre eſt apud ſcriptores paſſim Carteſio coævos, nominatim vero apud *Fabri*, doctum, ingenioſum, & nobilem Peripateticum. Plurima ex argumentis Carteſio objectis noſtræ etiam ſententiæ opponunt Peripatetici, & ex Peripateticis Epicuri ſectatores. Præcipua ſunt ſequentia.

416. Opponitur igitur primo: In ſententia, quam defendimus, diffunditur lumen per percuſſiones, & undas circulares, ſeu ſphæricas, quemadmodum ſonus propagatur; at ſonus non tantum lineis rectis, ſed etiam obliquis, in latera circa obices, quos in via offendit, propagatur, perinde, ut in aqueo circulo, in aquæ ſtagnantis ſuperficie a lapidis lapſu exorto, & ſeſe paullatim dilatante obſervamus; illius

(a) *Geneſi cap.* 1.

lius periphæria, si ad arborem v. g. in media aqua extantem diffundatur, a primo contactu circa illam se veluti rumpendo flectitur, eam circumambit, & in aversa trunci parte iterum uniuntur divisæ peripheriæ partes. Hoc igitur modo etiam lux propagaretur: at lux in directum solummodo tendit: ruit igitur nostra sententia. Huic argumento magnopere fidunt, qui *Aristotelis*, & *Epicuri* opiniones tenent, illudque iterum hac alia forma proponunt. Numquam essent tenebræ, inquiunt, si staret nostra sententia; lux enim, ad instar soni propagata, non solum recta, sed etiam trans obstacula rectam viam impedientia in orbem quaquaversum diffunderetur; ac proinde etiam noctu vibrationes luminosæ per fluidum terram circumdans propagatæ ad nos usque devenirent, & communicarentur.

417 Corpus quodcumque sonorum, & sonans A (Fig. 31.) sonum circularibus undis quaquaversum diffundit: sonus tamen, seu undæ aereæ in impedimentum I (Fig. 37.) impingentes, flectuntur trans arborem, communicantur particulis L, & sonum illic percipis, & audis. Similiter sonus per foramen, seu portam CD egrediens, ex B quasi ex novo centro novis undis CHD, GFE diffunditur: ita ut & in F, & a latebus GE trans murum corporis A sonum audiamus. Similia igitur essent lucis phænomena: lux a sole in tellurem impingens, circa ipsam flecti deberet, & in aversa ejusdem parte clare percipi: ubi est perfecta nox. Ratio argumenti petitur ultimo a varia combinatione particularum corporis fluidi, atque a nota fluidorum proprietate: quod scilicet fluida prementia, aut pressa æqualem versus omnes partes pressionem transferant, & communicent. Quamdiu etiam, inquit *Fabri*, particulæ ABCD (Fig. 38.) in eadem fuerint linea recta; particula A per illam rectam impulsa, motum solummodo particulis BCD, hoc est, per unicam lineam rectam communicabit: at particulæ fluidorum non sunt dispositæ in lineam rectam: sed particula D acceptum motum transmittit in X, & E X in Z & O: O in F & L: E in T & Q: T in G & H, & sic deinceps versus omnes partes. En præcipuum in nostram sententiam argumentum, quod postea,

ea, tamquam theorema adstruxit *Newton* (a): & alia etiam forma proponitur.

418. Respondeo; lux, & sonus simili, non tamen eodem penitus modo, & mechanica ratione fiunt; in quamplurimis conveniunt, in aliquibus tamen differunt, utrumque oscillationibus peragitur, in iisque consistit; utrumque in medio libero editum vibrationibus circularibus, & sphaericis quaquaversum diffunditur; utrumque non in pressionibus puris, sed in veris motibus consistit: Quae ex his, & aliis, in quibus lux, & sonus conveniunt, deducuntur, aeque de sono, atque de luce vere affirmantur. Sonus tamen per aerem crassum, & tardissime propagatur; lux vero per aetheream, subtilissimamque materiam; & maxima cum velocitate diffunditur: quae igitur ex his, in quibus sonus, & lux differunt, consequuntur, uni prae alio conveniunt, jam vero sonum, & lucem a sonoro, & luminoso corpore quaquaversum diffundi, ex natura ipsa oscillationum, & compressionum corporis elastici sese dilatantis, & restituentis consequitur: in quo & lux, & sonus conveniunt: Radium vero lucis, aut soni ita recta propagari, ut ad latera magis, vel minus, vel nullo modo diffundatur, id vero non a natura, sed a velocitate motus pendet, atque derivatur.

419. Pura pressio in quibuscumque fluidis aequaliter communicatur, recta, oblique, in latera, circumquaque, sursum, deorsum: pura autem pressio nihil habet motus, sed est purus nisus, & vis mortua: ubicumque incipit motus, incipiet etiam melius per lineam rectam, quam in latera communicari, & diffundi. Si velocitas plurimum augeatur, corpusque velocissime per medium quodcumque aliud corpus moveatur; versus latera non communicabitur actio: Omnia haec natura ipsa, & quotidiana experientia nos docet; sique illa sunt vera; soluta est difficultas. Rem evolvamus. Pressio fluidorum, seu in fluidis, & per fluida versus omnes partes aequaliter agit, dum pura est, pressio sine ullo motu. Fuit id in Hydrostatica, & in Aerometria fuit demonstratum: nullumque ea de re vertitur dubium. Id

(a) *Princip. lib. 2. prop. 42.*

Id vero erat primum. Et hinc si sonus esset pressio; radius quicumque sonorus æqualiter versus omnes partes, & latera diffunderetur: quoniam tamen sonus non est pressio, sed motus; tardus tamen, & lentissimus, si cum luce comparetur; hinc radius sonorus multo melius per suam directionem rectam, quam in latera propagatur, & diffunditur: melius concionatorem, aut quemlibet hominem loquentem audis e regione, quam a tergo, aut trans murum; quamvis eadem in utroque casu sit distantia. Sonus etiam per tubam vocalem, superius jam descriptam, in aerem emissus longissime per lineam rectam diffunditur; ad latera vero rectæ illius directionis longe debilior propagatur. Idem in vento per foramen velocissime spirante, in aqua, aut alio quocumque liquore per medium quodcumque fluidum currente observamus: fere totus enim motus per lineam rectam diffunditur, & communicatur, & levissime solummodo ad latera distribuitur. Experimentum per se se instituere possunt omnes. Per fenestram aliquam validus ingrediatur, & spiret ventus: per canalem cum stagnanti aqua laterali communicantem velocissima fluat aqua: e portæ etiam regione ex interiori camera v. gr. aliquis loquatur: ut nihil fere incommodi a vento, aut aqua fluentibus patiaris, minus etiam a sono afficiaris; id unum satis est, a fenestra, canalis, aut portæ directione tantillum deflectere: licet in primo, & tertio casu intra eamdem cameram remaneas: in eadem aqua in secundo: in omnibus vero vel una corporis conversione tantillum a motuum directione in latus recedas. In primo & secundo casu fluit reapse, & transit corpus per medium fluidum: in tertio per fluidum non motum transmittitur vibratio: quod est diligenter observandum. In pressione tamen contrarium omnino accidit; communicatio igitur virium per motum, & communicatio per puram pressionem fluidorum sunt toto cælo diversæ. Et hoc secundum.

420. Imperfecta tamen illa radii sonori in latera diffusio a magna ipsius soni tarditate provenit; quæ non satis a pura pressione distat; motus autem lucis est pernicissimus, & si non temporis momento propagatur, insensibili sane tempore immensa fere spatia percurrit. Corpus autem (& potissimum subtile)

tile) celerrime motum, recta pergere, & media corpora penetrare, quin illa succutiat, aut impetum in latera communicet; quod tertio loco asserimus; exemplis passim visitur. Sagitta v. g. aut globus plumbeus magno cum impetu, velocitate explosus, ac delatus, laminam ferream facillime circa axem volubilem perforant; quin illa succutiatur, contremiscat, aut convolvatur. Si gladio arbustum leviter ferio; totum arbustum succutitur, & tremit; si celerrime, & magnis viribus ferias; truncum plane cædis, quin ullum in ramis motum, aut tremorem efficias. Quod si per media corpora solida, quorum partes sunt catenatæ, ita pertransit corpus velocissime motum, quin ad latera vires communicet; id potiori jure per media corpora fluida, quorum partes sunt solutæ.

421. De fluidis præterea res ulterius demonstratur. Minus catenatæ sunt inter se fluidorum, quam solidorum partes, ut in confesso est apud omnes; difficilius igitur est, particulas solidi movere, aut secare, immotis partibus lateralibus, quibus committuntur, quam idem sit in corpore fluido, in quo nullus est partium plexus. 2. Ipsa etiam propagatio soni, hoc est, motus lentissimus per materiam crassam rem demonstrat. Si modo, a lateribus G E (*Fig.* 37.) postea e regione F H sonum corporis A intra cameram v. g. E L G audias: ergo in fluido ipso, in sono, in motu per aerem corruit totum argumentum: seu non communicatur æqualiter sonus: sed longe melius, & vehementius, per lineam rectam, quam lateraliter: a fortiori igitur id observabitur in lumine. Idem etiam ostendunt exempla alia superius allata. Tria igitur, quæ demonstranda erant, plane confecimus, quibus confectis, solutum est argumentum.

422. Nisi nugari velimus; fatendum omnibus est, nihil hic difficultatis superesse solvendum. Quidquid mihi ulterius circa auras æthereæ particulas, illarum figuram, & dispositionem oppònas; id similiter in aere, & in sono repono, in quo tua tibi est solvenda difficultas: & insimul fatendum, sonum per rectam lineam solummodo diffundendum, si tanta illius esset celeritas, quanta est lucis velocitas. De cætero neque aeris, neque auræ, neque aliorum fluidorum

dorum particulas, aut particularum figuram, vel dispositionem agnoscimus: easque figuras ad arbitrium supponere, ut difficultas moveatur, nihil est aliud, quam ingeniose nugari.

423. Quid enim haec, quae ab ingeniosis alioquin philosophis, libertatis philosophandi parum amantibus, mihi fuere opposita, transmissio scilicet oscillationum, & particularum fluidi figura atque positio? Corpus velocissime per media aliqua corpora solida, aut fluida transiens, inquiunt, motum ad latera non communicat: oscillatio tamen per fluidam materiam transmitti nequit, quin ad latera diffundatur, laterales partes impellat, in easque vim suam exerat; quantavis velocitate fiat transmissio. Corpus transiens, glans plumbea v. g. viam sibi faciendo corpus rumpit, partes, quas in via, & propria directione offendit, ab aliis separat, avellit, aut secum etiam defert. Quidni igitur iis tantummodo motum suum communicabit? Qui ita philosophantur, nodum in scirpo quaerunt. Quod aeris particula accepto impetu per medium aerem ad datum usque terminum deferatur: aut quod mediante aliarum particularum similium serie in eumdem terminum transmittatur vis, & motus; idem in re est. Centum partes aequales lineae rectae ab eodem mobili, aut a centum aequalibus mobilibus, singulas a singulis, confici; eadem est rerum summa. Vires in utroque casu longe melius in directum, quam in latera diffunduntur. Quin immo minus in secundo casu fieri debet communicatio virium in latera, quam in primo. Si haec duo fiant evidentia; ultimum etiam illud effugium deserere opus erit. Primo quidem ut jam dixi, dum aer elasticus quiescit; pressio versus omnes partes est aequalis. Per quiescentem illum aerem secundum quamdam directionem oscillatio soni transmittatur: longe vehementior est sonus, hoc est, oscillationum transmissio per lineam rectam, quam versus latera. Et in hoc quidem casu non corpus quidem transfertur, & media alia corpora secando penetrat, sed per quiescentem aerem transmittitur oscillatio. Quidquid tentes, discriminis caussam in solo oscillationis motu per aerem invenies. Caussa igitur aequalis pressionis, seu diffusionis virium in latera est quies partium prementis fluidi. Quod trans-

missio

missio virium directa augeatur, lateralis decrescit, causa est oscillationis motus: auctaque idcirco caussa transmissionis velocitate aucta, effectum etiam crescere oportet: duoque haec pari ratione deducimus, oscillationis motu communicationem virium lateralem impediri: eo motu crescente illam pariter, & consequenter minui.

424. 1. Unde, amabo, transeuntis corporis, aut oscillationis vires in latera communicantur? Partes medii in linea directionis existentes a corpore transeunte, aut oscillante perculsae, cum lateralibus aliquo tandem modo catenatae, aut connexae antrorsum propelluntur: propulsionis, & connexionis ratione motum & actionem in connexas laterales partes communicari, opus est. En communicationis virium lateralis caussam, & analysim. Si igitur & propulsio, & connexio partium sit in fluido oscillationem transmittente minor, quam in corpore solido ab alio corpore transeunte perforato, minus etiam virium oscillationibus, quam translatione corporis in latera transfundetur. Ita vero res est: partes fluidorum sunt solutae, & longe minus secum ipsis connexae, quam solidorum. 2. A corpore aliud corpus solidum penetrante, & transeunte magis distrahuntur, & pelluntur antrorsum rupti corporis lamellae; & partes recta impactae, quam ab oscillatione transmissa: prioris enim ictus ita inflectit, ut rumpat: non vero secundae. In postrema hac distinguitur itus, & reditus: sed restitutio, seu reditus est aequalis itui: itus oscillationis itu rumpente minor est: oscillationis igitur actio, & itus per medium fluidum, & minus antrorsum flectit, & pellit partes, quam id a corpore rumpente, & transeunte fiat: & fluidi partes longe minus, quam solidi, catenatae, & connexae secum ipsis existunt. Quod erat demonstrandum.

425. 3. Vel sola figura atque dispositio particularum materiae aethereae, inquiunt, nostram sententiam evertit. Sphaerae sint, oportet, subtilissimae, atque fluidissimae illius materiae partes. A sole vero usque ad nos non sunt in linea recta dispositae. Radiine, seu rectae a centro ad circumferentiam ductae per omnium particularum centra transeunt? Particulae igitur a solis actione oscillantes, ulteriores

par-

particulas recta, obliqua, omni directionum genere impellunt: actioque luminis vix umquam esse poterit recta. Respondeo, qui ita argumentatur, labentem hominem mihi refert subsidium undique vel ex levissimis atque ruinosis quibuscumque corporibus quærentem. Particularum cujuscumque fluidi, nominatim vero auræ ætheteæ, & aeris figura, & dispositio mihi, tibi, mortalibus universis res sunt ignotæ. Sphæras dicere, arbitrarium est: ex illis duobus capitibus argumentari, est arcem supra aerem ædificare. Sunt sphæræ, inquis, ætheris particulæ. Omitto: rem enim affirmas, quam penitus ignoras, & quamdiu vivemus, ignorabimus. Quænam ergo est earum figura, & positio, quæris. Omitto iterum, respondeo, nihil statuo, affirmo, aut nego. Quid tamen, si, ignorantibus nobis, particulæ illæ sint reapse sphæræ? Resp. Ea in hypothesi, utrique nostrum omnino ignota, vel propositum a te argumentum nihil plane conficit, vel sphæræ illæ ita sunt cum alterius materiæ partibus interspersæ, ut actiones suas recta possint transmittere.

426. A facti scilicet veritate rem omnem deducimus. Aer per aerem, aqua per aquam fluentes, soni etiam oscillationes per aerem transmissæ, materia, seu actio electrica actionem in latera non nisi debiliter, pro ratione tarditatis motus, communicant: potiori igitur jure per auram æthetam magis subtilem, & elasticam idem obtinebitur. Ungues tibi pro libitu rodas ad horum fluidorum partes disponendas, figuram iis donandas: facta interim illa sunt vera, mihi ad rem meam sufficiunt.

427. Opponitur 2. Si per fluidorum pressionem natura luminis explicatur; non poterit lux versus omnes partes per lineas rectas propagari: quod naturæ luminis adversatur: pressio quippe ab A B C D propagatur in E G X Z L H (*Fig.* 3[illegible]) per lineas curvas. Idque ipsum in mille aliis particularum combinationibus demonstrari potest. Hinc autem fieret, ut deficientibus globis in directum, objecti ante oculos positi subinde interrumperetur conspectus, & visio. Modo enim occultaretur, appareret modo; modo in terra, modo in firmamento; jam a dextra, & statim a sinistra appareret.

428. Respondeo, Argumentum in aliud modo a nobis

nis propositum recidere, eacemque solutione dilui. Lumen non consistit in pura pressione, aut nisu, ut posuit *Descartes*; sed in alternis & promptissimis vibrationibus particularum; quæ licet de loco ad locum parum moveantur, per alternas tamen, brevissimas, & promptissimas compressiones, & restitutiones moventur, & motum communicant, promptissimus ille alternarum undarum, & vividissima singularum vibratio idem plane est, ac si radiorum particulæ a sole ad nos usque vere, & citissime devenirent. Motu autem promptissimo propagatio fit tantum per lineam rectam, vel per fluidum, vel per solidum corpus fiat motus: quod Physici omnes, ipsique proinde Peripatetici, ac Epicuristæ, vel inviti admittere tenentur.

429. Opponitur 3. Lux est ejusdem naturæ ac lucidum corpus; cum radii lucis in lentis vitreæ foco collecti eosdem effectus producant, atque ipsum luminosum. Ergo materia lucis ubique, tam in luminoso, quam in foco apud nos est eadem: Ergo lux in foco existens a luminoso emittitur. Respondeo: nulla ex his duabus consequentiis ex argumento deducitur, potest enim materia in foco existere solari prorsus similis; quin a sole advenerit: similiter, ut eadem sit lux, idemque illius effectus in foco, atque in corpore lucido, sufficit, quod in utroque loco eodem modo percutiat, & percutiatur, atque oscillet, quod verum esse admittimus.

430. Opponitur 4. Lux non habet contrarium; omnis autem motus motui opponitur; motus motum destruit, seu vires corporum oppositis directionibus in se invicem incurrentium opponuntur, atque destruuntur. Deinde quod motui, idem & pressioni convenit: neque igitur in motu, neque in pressione lux potest consistere. Respondeo, lucem non habere contrarium, solum significare, lumen a luce non destrui (in alio enim sensu omnia opaca sunt luci contraria); id autem in nulla melius, quam in nostra explicatur sententia. Motus enim, vires, & vibrationes per corpora elastica communicatæ, transmissæ, & sibi occurrentes non destruuntur, sed integræ semper restituuntur, & conservantur, ut ex legibus motus in elasticorum corporum collisionibus constat. Sint igitur duo luminosa, quæ linea recta glo-

globorum lucis conjungantur: particula elastica hinc inde compressa, & percussa versus utramque partem sese exerit, percutientes repercutit, earumque actiones transmittit: ergo oppositæ actiones non destruuntur.

431. Hoc tamen argumentum in sententia *Epicuri* non facile solves: sint enim inter luminosa plures lineæ emissionum, ita ut recta particularum centra conjungat: erunt illæ lineæ obscuræ, quantumvis luminosis vicinissimæ, particulæ enim se se hinc inde impedientes, motum amittunt, neque aliarum fluxionem, & transitum permittunt.

432. Opponea 5. Si lux non est qualitas penetrabilis cum materia, concipi omnino non potest, quo pacto infiniti pene radii luminis, hoc est, particulæ corporis per minimum quodcumque foramen simul transeant, quin sese mutuo impediant: rem in notissimo, & obvio experimento exponamus. Folium chartæ I R S (*Fig.* 40.) tenuissimæ acus cuspide perforemus; perforatum disponamus horizonti parallelum: ita ut integrum hemisphærium supra folium extet: integrum illud hemisphærium T C E L per foramen illud videtur; quin immo infra chartam clarissime depingitur; si locus illic sit obscurus, & radii in charta alia v. g. excipiantur. En experimentum notissimum: radii omnes a singulis integri illius hemisphærii objectis per foramen illud simul transeunt: quommodo autem, si lux est materia, & substantia impenetrabilis, innumeri, & vix non infiniti radii per angustissimum foramen ex infinitis directionibus se se secantibus pertransire simul possunt, quin mutuo impediantur, & perturbentur?

433. Hæc difficultas in sententia Epicuri omnem imaginationis nostræ vim penitus obruit; illamque opinionem captu maxime difficilem reddit. Ponamus enim radium seu filum particularum A B per foramen R S ita transmissum, ut in S extremitatem chartæ, seu labii superiorem, in R inferiorem tangat: omnes alii radii innumeri C D E in uno eodemque plano C D E cum radio A B existentes, a radio A B impedientur in foramine, ut est evidens: ergo unus tantum A B pertransibit (*Fig.* 40.) Eadem difficultas citra chartam, & foramen ubique locum habet. Viridem arborem medio in campo luxuriantem innu-

innumeri circumquaque homines vident, totumque circa illam spatium ad aliquot milliaria radiis ab illa reflexis plenum est. Sed per idem etiam spatium transeunt infinitorum objectorum circumpositorum radii, simili, aut diverso colore præditi, infinitis plane directionibus, omnique angulorum genere aliis occurrentes. Ex omnibus, & singulis ejus spatii partibus innumera illa videntur objecta. Radii igitur luminis se se mutuo penetrant, alii per alios transeunt. Istane cum emissionum sententia componi? Torrentesne materiæ alii per alios transeunt?

434. Respondeo igitur, in nostra sententia rem esse intellectu facilem: per foramen R S non transit materia; transeunt radii: est dicere: non transeunt particulæ A S, E S: sed per particulas in foramine existentes transferuntur vibrationes, hoc est, vires, percussiones a punctis A E D &c. per mediam materiam A S; E S &c. propagatæ: per unam autem, eandemque particulam plurimas ex diversis directionibus vires transmitti posse, res est satis manifesta. Si enim ponatur particula immobilis, & undique ab aliis particulis contacta, eaque eodem tempore per directiones A R, D R percutiatur; acceptas vires per directiones R T, R transmittet. En quommodo transitus lucis in foramine non impediatur; maxime vero transitus materiæ. Aliud etiam diversorum motuum, seu virium per eandem particulam materiæ transmissionis familiare, & passim obvium exemplum habes in circulis aqueis, a multiplici lapillo in diversa stagnantis aquæ puncta eodem tempore labenti generatis: Hujusmodi circuli quantumvis innumeri, dum ampliantur, se mutuo secant: per puncta aquea in sectionibus communibus existentia vibrationes diversissimæ citra perturbationem ullam transmittuntur.

435. Opponitur 6. Si vera est nostra sententia; lux in momento temporis a Sole usque ad nos, immo ad quamcumque distantiam propagaretur; id enim ostendit celeberrimum baculi exemplum: at certum nihilominus est ex observationibus, & calculis *Roemer*, *Picard*, *Bradley*, & aliorum, lucem successione temporis propagari. Quin immo *Newtoni*, & *Hugenii* calculis habemus, lucem sexcentis mille vicibus sono celerius propagari, & moveri? ipsiusque *Newtoni*,

ni, *Cassini*, & aliorum calculis demonstrari videtur, lucem, dum a Sole ad Terram diffunditur, 7, aut 8 minuta temporis insumere: corruit igitur nostra sententia, aut hypothesis.

436. Respondeo: Hoc argumentum (si quam vim habet) *Cartesii* opinionem solummodo impetit, qui pura pressione per continuum corpus communicata rem totam explicat; in nostra autem sententia lux est verus motus, & per verum motum diffunditur, atque propagatur, hoc est, per vibrationes, & oscillationes promptissimas: hæ autem communicari possunt per veram successionem temporis, ut in exemplo sonorum est manifestum. Si igitur aliquando constiterit certo, lucem tempore sensibili propagari; optime id in nostra sententia exponitur: cum vibrationes ab alia in aliam materiam possint temporis successione transmitti. Quod si ex adverso constiterit aliquando, lucem momento temporis diffundi; id etiam in nostra opinione optime explicatur, ponamus particulas radium componentes vel esse sibi mutuo contiguas, vel minimis spatiis mutuo a se disjungi, & perfectam habere elasticitatem. In primo casu momento temporis, in secundo tempore prorsus insensibili lucem a Sole, seu fixis ad nos usque propagari, evidens est. Quin immo, quia materia fluida orbium cælestium plurimum inter se differre potest quoad densitatem, raritatem, & elasticitatem; fieri etiam potest, ut actio, & diffusio lucis in una quidem orbita v. g. Saturni, aut alicujus stellæ fixæ sit momentaria, in alia tempore insensibili, in alia demum sensibili diffundatur: in nostra igitur sententia admitti necesse non est illa paradoxa, quæ superius contra sententiam *Epicuri* deduximus.

437. Dixi vero, si quam vim habet argumentum; quia certo adhuc non constat, lucem propagari tempore sensibili, v. g. 8. circiter minuta a Sole usque ad tellurem impendere. Scio, qui hactenus calculi, observationes, & tentamina ad hujusmodi motum, & sensibile ejus tempus detegendum, atque confirmandum instituta fuerint: longe etiam probabilius existimo, atque idcirco verum esse admitto, lucem a Sole usque ad nos aliquantillum temporis impendere; id tamen esse certum, nequaquam affirmare ausim.

438.

438. Potiori igitur jure certum hactenus haud est, lucem sensibile tempus, 8 scilicet minuta, a Sole usque ad nos impendere. Equidem *Cassini*, qui una cum *Roemero* primus retardationes immersionum, & emersionum primi satellitis Jovis observavit, ex iisque lucis propagationem successione temporis fieri deduxit, hanc postea sententiam deseruit, neque satis clare a prædicta observatione deduci, existimavit, eamdemque sententiam postea confirmavit *Maraldi*: licet alia ex parte *Roemeri* opinionem propugnaverit *Halley* & alii Astronomi vel confirment, vel supponant. Omnibus tamen utriusque partis momentis scrupulose discussis, rem adhuc esse dubiam asseruit *Manfredus*, idque unum est, quod in re præsenti certum mihi esse videtur.

439. Opponit tandem Pater *Boschovich*. Ex eo potissimum capite Epicuri sententiam rejicimus; quia a pluribus jam annorum sæculis, aut millibus sol esset dissipatus; at sequenti calculo conficitur, omnem lucis materiam a mundi initio e sole egressam, & per plura adhuc annorum millia egressuram digitum cubitum non superare. En vero calculi summam: certum est, inquit, luminis tenuitatem in hac nostra a sole distantia esse majorem, quam tenuitas materiæ auroræ borealis, eam enim secum non abripit: atqui hujus materiæ tenuitas major est, quam terrestris atmosphæræ materia in distantia milliariorum 180 a superficie terræ, in qua distantia sæpe auroræ boreales sustinentur. Deinde ejus atmosphæræ tenuitas in ea distantia major est, quam tenuitas nostri aeris hic in superficie terræ pluribus vicibus, quam exprimat unitas cum cifris 72, quod colligitur ex progressione, in qua terrestris atmosphæra assurgendo rarescit: cumque hic aer sit fere millies rarior, quam aqua; erit lumen rarius aqua, plusquam exprimat unitas cum cifris 75: hinc unus digitus aquæ cubicus continet plus materiæ, quam digitus luminis ad hanc raritatem redacti, plusquam exprimat unitas cum cifris 75: inita autem ratione temporis, quo tot digiti luminis a sole emitterentur, invenitur numerus sæculorum major, quam exprimat unitas cum cifris 28: siquidem assumptis arenæ granis, quorum centra ordinari possint per digiti longitudinem, superficies terræ continet

multo minorem numerum eorumdem, quam exprimat unitas cum cifris 22 ecc. (a).

440. Respondeo: Hoc argumentum nihil aliud continet, quam ingeniosam ex quibusdam suppositis datis deductionem: quorum aliqua falsa, dubia alia cum sint statim demonstranda; nihil eo ratiocinio promovetur caussa. Et primo quidem siquis hoc argumento probare contendat, vel lucem consistere in emissionibus materiæ, vel mirabilem illius subtilitatem; videtur ponere, aut petere principium. Ex eo enim assumitur, & deducitur, lucem esse subtiliorem materia auroræ borealis; quia hanc illa secum non defert: ergo ponitur jam lucem deferri, & emitti a sole: si enim lux consistat in vibrationibus sonosimilibus, transmittitur lux non transmissa, neque delata materia.

441. Ponit deinde sequentia: 1. materiam auroræ borealis nullo alio de capite a luce non deferri, nisi quia est luce ipsa crassior. 2. auroram borealem ad altitudinem 180 milliariorum a terra elevari, & consistere: 3. illam materiam ejus auroræ borealis; quam cum luce comparat, fuisse jam interdiu in ea altitudine 180 milliariorum, in eaque a sole fuisse illuminatam. Quid enim, si dicam; quod probabilissimum est, illam auroram borealem (quam ad dictam altitudinem evehit, cæterarum nubium instar modo ascendere, modo descendere, & ea solummodo nocte; qua apparuit, & a sole jam non illuminabatur, ad dictam altitudinem ascendisse? 4. Gravitatem; & densitatem aeris in constanti aliqua ratione pro altitudine decrescere: 5. digitum cubicum, aut sphæricum aquæ plus habere materiæ, quam similem aeris digitum in ratione 1000 ad 1; plus vero, quam digitum auroræ borealis in ratione unitatis cum 75 cifris ad unum. Quid enim; si negem, cum innumeris fere philosophis systema gravitatis universalis, quod in calculo supponitur; & dicam; omnia corpora esse æque densa, licet non æque gravia?

442. Omnia hæc supponit calculus; omnia sunt saltem dubia & a quamplurimis negantur: aliqua etiam

(a) *Boschovich Dissert. de lumine Solari.*

etiam sunt falsa, ut suis in locis docuimus. Ruit autem calculus vel uno solummodo ex positis *datis* deficiente. Jam vero; primum *datum* esse falsum; statim conficiam: major scilicet massa non est causa, quare a minori corpore non deferatur majus. *Secundum* in loco negavi; & nullo modo potest supponi: *Tertium* est maxime dubium, ut indicata ratione; & aliis probari potest: *Quartum* constantibus physicorum observationibus in loco relatis opponitur. Præterea vero, qui hujusmodi calculum tueatur, in gravissimas difficultates incidet. Primo enim materia auroræ borealis est materia luminosa: ut ex hujusce phænomeni descriptione superius a nobis exposita constat: easdem igitur habet proprietates, atque luminosa materia solis. Quæro modo, est ne lumen lumine subtilius? 2. Est ne lux corporis luminosi, seu flammæ terrestris, diversæ naturæ; atque lux solaris? Qui id admittat, rem maxime obscuram, atque in reconditiori naturæ sinu latentem temere definit. Quod si lucem esse luce subtiliorem, ex eo etiam probes, & deducas, quod lux solaris lucem auroræ borealis secum non deferat; iterum recidimus in principium, de quo litem intendimus.

443. Præterea in systemate colorum Neutoniano vix dici posse videtur, esse lucem luce subtiliorem. Etenim secundum ejusmodi systema statim exponendum albus splendor auroræ borealis, aut lucis terrestris constat ex septem primitivis coloribus, seu substantiis heterogeneis, rubro scilicet, flavo ecc. perinde, atque splendor solaris: radius igitur rubeus in utroque splendore eundem habet refrangibilitatis gradum juxta dictum systema: at diversam refrangibilitatem ex diversa particularum luminosarum soliditate, & mole repetunt hujusce systematis assertores: rubeus igitur solaris, & rubeus terrestris, seu borealis ex una parte habebunt eandem refrangibilitatem, hoc est, eandem molem; quia sunt idem color: ex alia habebunt diversas refrangibilitates, hoc est, erunt diversi colores; quia sunt inæqualis molis & soliditatis. Nihil assumo quod non sit eo in systemate admissum: argumentumque eo validius mihi videtur, quod consequentiæ ex systemate ipso deductæ sese videantur elidere.

444. Alia item ex eodem argumento enascitur dif-

lius periphæria, si ad arborem v. g. in media aqua extantem diffundatur, a primo contactu circa illam fe se veluti rumpendo flectitur, eam circumambit, & in aversa trunci parte iterum uniuntur divisæ peripheriæ partes. Hoc igitur modo etiam lux propagaretur: at lux in directum solummodo tendit: ruit igitur nostra sententia. Huic argumento magnopere fidunt, qui *Aristotelis*, & *Epicuri* opiniones tenent, illudque iterum hac alia forma proponunt. Numquam essent tenebræ, inquiunt, si staret nostra sententia; lux enim, ad instar soni propagata, non solum recta, sed etiam trans obstacula rectam viam impedientia in orbem quaquaversum diffunderetur; ac proinde etiam noctu vibrationes luminosæ per fluidum terram circumdans propagatæ ad nos usque devenirent, & communicarentur.

417 Corpus quodcumque sonorum, & sonans A (Fig. 31.) sonum circularibus undis quaquaversum diffundit; sonus tamen, seu undæ aereæ in impedimentum I (Fig. 37.) impingentes, flectuntur trans arborem, communicantur particulis L, & sonum illic percipis, & audis. Similiter sonus per foramen, seu portam C D egrediens, ex B quasi ex novo centro novis undis C H D, G F E diffunditur; ita ut & in F, & a lateribus G E trans murum corporis A sonum audiamus. Similia igitur essent lucis phænomena; lux a sole in tellurem impingens, circa ipsam flecti deberet, & in aversa ejusdem parte clare percipi: ubi est perfecta nox. Ratio argumenti petitur ultimo a varia combinatione particularum corporis fluidi, atque a nota fluidorum proprietate: quod scilicet fluida prementia, aut pressa æqualem versus omnes partes pressionem transferant, & communicent. Quamdiu etiam, inquit *Fabri*, particulæ A B C D (Fig. 38.) in eadem fuerint linea recta; particula A per illam rectam impulsa, motum solummodo particulis B C D, hoc est, per unicam lineam rectam communicabit: at particulæ fluidorum non sunt dispositæ in lineam rectam: sed particula D acceptum motum transmittit in X, & E X in Z & O: O in F & L; E in T & O: T in G & H, & sic deinceps versus omnes partes. En præcipuum in nostram sententiam argumentum, quod postea,

ea, tamquam theorema adstruxit *Newton* (a): & alia etiam forma proponitur.

418. Respondeo; lux, & sonus simili, non tamen eodem penitus modo, & mechanica ratione fiunt; in quamplurimis conveniunt, in aliquibus tamen differunt, utrumque oscillationibus peragitur, in iisque consistit; utrumque in medio libero editum vibrationibus circularibus, & sphaericis quaquaversum diffunditur; utrumque non in pressionibus puris, sed in veris motibus consistit: Quae ex his, & aliis, in quibus lux, & sonus conveniunt, deducuntur, aeque de sono, atque de luce vere affirmantur. Sonus tamen per aerem crassum, & tardissime propagatur; lux vero per aetheream, subtilissimamque materiam; & maxima cum velocitate diffunditur: quae igitur ex his, in quibus sonus, & lux differunt, consequuntur, uni prae alio conveniunt, jam vero sonum, & lucem a sonoro, & luminoso corpore quaquaversum diffundi, ex natura ipsa oscillationum, & compressionum corporis elastici sese dilatantis, & restituentis consequitur: in quo & lux, & sonus conveniunt: Radium vero lucis, aut soni ita recta propagari, ut ad latera magis, vel minus, vel nullo modo diffundatur, id vero non a natura, sed a velocitate motus pendet, atque derivatur.

419. Pura pressio in quibuscumque fluidis aequaliter communicatur, recta, oblique, in latera, circumquaque, sursum, deorsum: pura autem pressio nihil habet motus, sed est purus nisus, & vis mortua: ubicumque incipit motus, incipiet etiam melius per lineam rectam, quam in latera communicari, & diffundi. Si velocitas plurimum augeatur, corpusque velocissime per medium quodcumque aliud corpus moveatur; versus latera non communicabitur actio: Omnia haec natura ipsa, & quotidiana experientia nos docet; sique illa sunt vera; soluta est difficultas. Rem evolvamus. Pressio fluidorum, seu in fluidis, & per fluida versus omnes partes aequaliter agit, dum pura est, pressio sine ullo motu. Fuse id in Hydrostatica, & in Aerometria fuit demonstratum: nullumque ea de re vertitur dubium. Id

(a) *Princip. lib.* 2. *prop.* 42.

Id vero erat primum. Et hinc si sonus esset pressio; radius quicumque sonorus æqualiter versus omnes partes, & latera diffunderetur: quoniam tamen sonus non est pressio, sed motus; tardus tamen, & lentissimus, si cum luce comparetur; hinc radius sonorus multo melius per suam directionem rectam, quam in latera propagatur, & diffunditur: melius concionatorem, aut quemlibet hominem loquentem audis e regione, quam a tergo, aut trans murum; quamvis eadem in utroque casu sit distantia. Sonus etiam per tubam vocalem, superius jam descriptam, in aerem emissus longissime per lineam rectam diffunditur; ad latera vero rectæ illius directionis longe debilior propagatur. Idem in vento per foramen velocissime spirante, in aqua, aut alio quocumque liquore per medium quodcumque fluidum currente observamus: fere totus enim motus per lineam rectam diffunditur, & communicatur, & levissime solummodo ad latera distribuitur. Experimentum per se se instituere possunt omnes. Per fenestram aliquam validus ingrediatur, & spiret ventus: per canalem cum stagnanti aqua laterali communicantem velocissima fluat aqua: e portæ etiam regione ex interiori camera v. gr. aliquis loquatur: ut nihil fere incommodi a vento, aut aqua fluentibus patiaris, minus etiam a sono afficiaris; id unum satis est, a fenestra, canalis, aut portæ directione tantillum deflectere: licet in primo, & tertio casu intra eamdem cameram remaneas: in eadem aqua in secundo: in omnibus vero vel una corporis conversione tantillum a motuum directione in latus recedas. In primo & secundo casu fluit reapse, & transit corpus per medium fluidum: in tertio per fluidum non motum transmittitur vibratio: quod est diligenter observandum. In pressione tamen contrarium omnino accidit; communicatio igitur virium per motum, & communicatio per puram pressionem fluidorum sunt toto cælo diversæ. Et hoc secundum.

420. Imperfecta tamen illa radii sonori in latera diffusio a magna ipsius soni tarditate provenit; quæ non satis a pura pressione distat; motus autem lucis est pernicissimus, & si non temporis momento propagatur, insensibili sane tempore immensa fere spatia percurrit. Corpus autem (& potissimum subtile)

tile) celerrime motum, recta pergere, & media corpora penetrare, quin illa succutiat, aut impetum in latera communicet; quod tertio loco asseruimus; exemplis passim visitur. Sagitta v. g. aut globus plumbeus magno cum impetu, velocitate explosus, ac delatus, laminam ferream facillime circa axem volubilem perforant; quin illa succutiatur, contremiscat, aut convolvatur. Si gladio arbustum leviter ferio; totum arbustum succutitur, & tremit; si celerrime, & magnis viribus ferias; truncum plane cædis, quin ullum in ramis motum, aut tremorem efficias. Quod si per media corpora solida, quorum partes sunt catenatæ, ita pertransit corpus velocissime motum, quin ad latera vires communicet; id potiori jure per media corpora fluida, quorum partes sunt solutæ.

421. De fluidis præterea res ulterius demonstratur. Minus catenatæ sunt inter se fluidorum, quam solidorum partes, ut in confesso est apud omnes; difficilius igitur est, particulas solidi movere, aut secare, immotis partibus lateralibus, quibus committuntur, quam idem sit in corpore fluido, in quo nullus est partium plexus. 2. Ipsa etiam propagatio soni, hoc est, motus lentissimus per materiam crassam rem demonstrat. Si modo, a lateribus G E (*Fig.* 37.) postea e regione F H sonum corporis A intra cameram v. g. E L G audias: ergo in fluido ipso, in sono, in motu per aerem corruit totum argumentum: seu non communicatur æqualiter sonus; sed longe melius, & vehementius, per lineam rectam, quam lateraliter: a fortiori igitur id observabitur in lumine. Idem etiam ostendunt exempla alia superius allata. Tria igitur, quæ demonstranda erant, plane confecimus, quibus confectis, solutum est argumentum.

422. Nisi nugari velimus; fatendum omnibus est, nihil hic difficultatis superesse solvendum. Quidquid mihi ulterius circa auræ ætheree particulas, illarum figuram, & dispositionem opponas; id similiter in aere, & in sono repono, in quo tua tibi est solvenda difficultas: & insimul fatendum, sonum per rectam lineam solummodo diffundendum, si tanta illius esset celeritas, quanta est lucis velocitas. De cætero neque aeris, neque auræ, neque aliorum fluidorum

dorum particulas, aut particularum figuram, vel dispositionem agnoscimus: easque figuras ad arbitrium supponere, ut difficultas moveatur, nihil est aliud, quam ingeniose nugari.

423. Quid enim haec, quae ab ingeniosis alioquin philosophis, libertatis philosophandi parum amantibus, mihi fuere opposita, transmissio scilicet oscillationum, & particularum fluidi figura atque positio? Corpus velocissime per media aliqua corpora solida, aut fluida transiens, inquiunt, motum ad latera non communicat: oscillatio tamen per fluidam materiam transmitti nequit, quin ad latera diffundatur, laterales partes impellat, in easque vim suam exerat; quantavis velocitate fiat transmissio. Corpus transiens, glans plumbea v. g. viam sibi faciendo corpus rumpit, partes, quas in via, & propria directione offendit, ab aliis separat, avellit, aut secum etiam defert. Quidni igitur iis tantummodo motum suum communicabit? Qui ita philosophantur, nodum in scirpo quaerunt. Quod aeris particula accepto impetu per medium aerem ad datum usque terminum deferatur: aut quod mediante aliarum particularum similium serie in eumdem terminum transmittatur vis, & motus; idem in re est. Centum partes aequales lineae rectae ab eodem mobili, aut a centum aequalibus mobilibus, singulas a singulis, confici; eadem est rerum summa. Vires in utroque casu longe melius in directum, quam in latera diffunduntur. Quin immo minus in secundo casu fieri debet communicatio virium in latera, quam in primo. Si haec duo fiant evidentia; ultimum etiam illud effugium deserere opus erit. Primo quidem ut jam dixi, dum aer elasticus quiescit; pressio versus omnes partes est aequalis. Per quiescentem illum aerem secundum quamdam directionem oscillatio soni transmittatur: longe vehementior est sonus, hoc est, oscillationum transmissio per lineam rectam, quam versus latera. Et in hoc quidem casu non corpus quidem transfertur, & media alia corpora secando penetrat, sed per quiescentem aerem transmittitur oscillatio. Quidquid tentes, discriminis caussam in solo oscillationis motu per aerem invenies. Caussa igitur aequalis pressionis, seu diffusionis virium in latera est quies partium prementis fluidi. Quod transmissio

missio virium directa augeatur, lateralis decrescit, caussa est oscillationis motus: auctaque idcirco caussa transmissionis velocitate aucta, effectum etiam crescere oportet: duoque haec pari ratione deducimus, oscillationis motu communicationem virium lateralem impediri: eo motu crescente illam pariter, & consequenter minui.

424. 1. Unde, amabo, transeuntis corporis, aut oscillationis vires in latera communicantur? Partes medii in linea directionis existentes a corpore transeunte, aut oscillante perculsae, cum lateralibus aliquo tandem modo catenatae, aut connexae antrorsum propelluntur: propulsionis, & connexionis ratione motum & actionem in connexas laterales partes communicari, opus est. En communicationis virium lateralis caussam, & analysim. Si igitur & propulsio, & connexio partium sit in fluido oscillationem transmittente minor, quam in corpore solido ab alio corpore transeunte perforato, minus etiam virium oscillationibus, quam translatione corporis in latera transfundetur. Ita vero res est: partes fluidorum sunt solutae, & longe minus secum ipsis connexae, quam solidorum. 2. A corpore aliud corpus solidum penetrante, & transeunte magis distrahuntur, & pelluntur antrorsum rupti corporis lamellae; & partes recta impactae, quam ab oscillatione transmissa: prioris enim ictus ita inflectit, ut rumpat: non vero secundae. In postrema hac distinguitur itus, & reditus: sed restitutio, seu reditus est aequalis itui: itus oscillationis itu rumpente minor est: oscillationis igitur actio, & itus per medium fluidum, & minus antrorsum flectit, & pellit partes, quam id a corpore rumpente, & transeunte fiat: & fluidi partes longe minus, quam solidi, catenatae, & connexae secum ipsis existunt. Quod erat demonstrandum.

425. 3. Vel sola figura atque dispositio particularum materiae aethereae, inquiunt, nostram sententiam evertit. Sphaerae sint, oportet, subtilissimae, atque fluidissimae illius materiae partes. A sole vero usque ad nos non sunt in linea recta dispositae. Radiine, seu rectae a centro ad circumferentiam ductae per omnium particularum centra transeunt? Particulae igitur a solis actione oscillantes, ulteriores

par-

particulas recta, obliqua, omni directionum genere impellunt: actioque luminis vix umquam esse poterit recta. Respondeo, qui ita argumentatur, labentem hominem mihi refert subsidium undique vel ex levissimis atque ruinosis quibuscumque corporibus quærentem. Particularum cujuscumque fluidi, nominatim vero auræ æthereæ, & aeris figura, & dispositio mihi, tibi, mortalibus universis res sunt ignotæ. Sphæras dicere, arbitrarium est: ex illis duobus capitibus argumentari, est arcem supra aerem ædificare. Sunt sphæræ, inquis, ætheris particulæ. Omitto: rem enim affirmas, quam penitus ignoras, & quamdiu vivemus, ignorabimus. Quænam ergo est earum figura, & positio, quæris. Omitto iterum, respondeo, nihil statuo, affirmo, aut nego. Quid tamen, si, ignorantibus nobis, particulæ illæ sint reapse sphæræ? Resp. Ea in hypothesi, utrique nostrum omnino ignota, vel propositum a te argumentum nihil plane conficit, vel sphæræ illæ ita sunt cum alterius materiæ partibus interspersæ, ut actiones suas recta possint transmittere.

426. A facti scilicet veritate rem omnem deducimus. Aer per aerem, aqua per aquam fluentes, soni etiam oscillationes per aerem transmissæ, materia, seu actio electrica actionem in latera non nisi debiliter, pro ratione tarditatis motus, communicant: potiori igitur jure per auram æthereum magis subtilem, & elasticam idem obtinebitur. Ungues tibi pro libitu rodas ad horum fluidorum partes disponendas, figuram iis donandas: facta interim illa sunt vera, mihi ad rem meam sufficiunt.

427. Opponitur 2. Si per fluidorum pressionem natura luminis explicatur, non poterit lux versus omnes partes per lineas rectas propagari: quod naturæ luminis adversatur: pressio quippe ab A B C D propagatur in E G X Z L H (*Fig.* 3.) per lineas curvas. Idque ipsum in mille aliis particularum combinationibus demonstrari potest. Hinc autem fieret, ut deficientibus globis in directum, objecti ante oculos positi subinde interrumperetur conspectus, & visio. Modo enim occultaretur, appareret modo; modo in terra, modo in firmamento; jam a dextra, & statim a sinistra appareret.

428. Respondeo, Argumentum in aliud modo a nobis

bis propositum recidere, eacemque solutione dilui. Lumen non consistit in pura pressione, aut nisu, ut posuit *Descartes*; sed in alternis & promptissimis vibrationibus particularum; quæ licet de loco ad locum parum moveantur, per alternas tamen, brevissimas, & promptissimas compressiones, & restitutiones moventur, & motum communicant, promptissimus ille alternarum undarum, & vividissima singularum vibratio idem plane est, ac si radiorum particulæ a sole ad nos usque vere, & citissime devenirent. Motu autem promptissimo propagatio fit tantum per lineam rectam, vel per fluidum, vel per solidum corpus fiat motus: quod Physici omnes, ipsique proinde Peripatetici, ac Epicuristæ, vel inviti admittere tenentur.

429. Opponitur 3. Lux est ejusdem naturæ, ac lucidum corpus; cum radii lucis in lentis vitreæ foco collecti eosdem effectus producant, atque ipsum luminosum. Ergo materia lucis ubique, tam in luminoso, quam in foco apud nos est eadem: Ergo lux in foco existens a luminoso emittitur. Respondeo: nulla ex his duabus consequentiis ex argumento deducitur, potest enim materia in foco existere solari prorsus similis; quin a sole advenerit: similiter, ut eadem sit lux, idemque illius effectus in foco, atque in corpore lucido, sufficit, quod in utroque loco eodem modo percutiat, & percutiatur, atque oscillet, quod verum esse admittimus.

430. Opponitur 4. Lux non habet contrarium; omnis autem motus motui opponitur; motus motum destruit, seu vires corporum oppositis directionibus in se invicem incurrentium opponuntur, atque destruuntur. Deinde quod motui, idem & pressioni convenit: neque igitur in motu, neque in pressione lux potest consistere. Respondeo, lucem non habere contrarium, solum significare, lumen a luce non destrui (in alio enim sensu omnia opaca sunt luci contraria); id autem in nulla melius, quam in nostra explicatur sententia. Motus enim, vires, & vibrationes per corpora elastica communicatæ, transmissæ, & sibi occurrentes non destruuntur, sed integræ semper restituuntur, & conservantur, ut ex legibus motus in elasticorum corporum collisionibus constat. Sint igitur duo luminosa, quæ linea recta

glo-

globorum lucis conjungantur: particula elastica hinc inde compressa, & percussa versus utramque partem sese exerit, percutientes repercutit, earumque actiones transmittit: ergo oppositæ actiones non destruuntur.

431. Hoc tamen argumentum in sententia *Epicuri* non facile solves: sint enim inter luminosa plures lineæ emissionum, ita ut recta particularum centra conjungat: erunt illæ lineæ obscuræ, quantumvis luminosis vicinissimæ, particulæ enim se se hinc inde impedientes, motum amittunt, neque aliarum fluxionem, & transitum permittunt.

432. Oppones 5. Si lux non est qualitas penetrabilis cum materia, concipi omnino non potest, quo pacto infiniti pene radii luminis, hoc est, particulæ corporis per minimum quodcumque foramen simul transeant, quin sese mutuo impediant: rem in notissimo, & obvio experimento exponamus. Folium chartæ I R S (*Fig.* 40.) tenuissimæ acus cuspide perforemus; perforatum disponamus horizonti parallelum: ita ut integrum hemisphærium supra folium extet: integrum illud hemisphærium T C E L per foramen illud videtur; quin immo infra chartam clarissime depingitur; si locus illic sit obscurus, & radii in charta alia v. g. excipiantur. En experimentum notissimum: radii omnes a singulis integri illius hemisphærii objectis per foramen illud simul transeunt: quommodo autem, si lux est materia, & substantia impenetrabilis, innumeri, & vix non infiniti radii per angustissimum foramen ex infinitis directionibus se se secantibus pertransire simul possunt, quin mutuo impediantur, & perturbentur?

433. Hæc difficultas in sententia Epicuri omnem imaginationis nostræ vim penitus obruit; illamque opinionem captu maxime difficilem reddit. Ponamus enim radium seu filum particularum A B per foramen R S ita transmissum, ut in S extremitatem chartæ, seu labii superiorem, in R inferiorem tangat: omnes alii radii innumeri C D E in uno eodemque plano C D E cum radio A B existentes, a radio A B impedientur in foramine, ut est evidens: ergo unus tantum A B pertransibit (*Fig.* 40.) Eadem difficultas citra chartam, & foramen ubique locum habet. Viridem arborem medio in campo luxuriantem innu-

innumeri circumquaque homines vident, totumque circa illam spatium ad aliquot milliaria radiis ab illa reflexis plenum est. Sed per idem etiam spatium transeunt infinitorum objectorum circumpositorum radii, simili, aut diverso colore præditi, infinitis plane directionibus, omnique angulorum genere aliis occurrentes. Ex omnibus, & singulis ejus spatii partibus innumera illa videntur objecta. Radii igitur luminis se se mutuo penetrant, alii per alios transeunt. Istane cum emissionum sententia componi? Torrentesne materiæ alii per alios transeunt?

434. Respondeo igitur, in nostra sententia rem esse intellectu facilem: per foramen RS non transit materia; transeunt radii: est dicere: non transeunt particulæ AS, ES: sed per particulas in foramine existentes transferuntur vibrationes, hoc est, vires, percussiones a punctis AED &c. per mediam materiam AS; ES &c. propagatæ: per unam autem, eandemque particulam plurimas ex diversis directionibus vires transmitti posse, res est satis manifesta. Si enim ponatur particula immobilis, & undique ab aliis particulis contacta, eaque eodem tempore per directiones AR, DR percutiatur; acceptas vires per directiones RT, R transmittet. En quommodo transitus lucis in foramine non impediatur; maxime vero transitus materiæ. Aliud etiam diversorum motuum, seu virium per eandem particulam materiæ transmissionis familiare, & passim obvium exemplum habes in circulis aqueis, à multiplici lapillo in diversa stagnantis aquæ puncta eodem tempore labenti generatis: Hujusmodi circuli quantumvis innumeri, dum ampliantur, se mutuo secant: per puncta aquea in sectionibus communibus existentia vibrationes diversissimæ citra perturbationem ullam transmittuntur.

435. Opponitur 6. Si vera est nostra sententia; lux in momento temporis a Sole usque ad nos, immo ad quamcumque distantiam propagaretur; id enim ostendit celeberrimum baculi exemplum: at certum nihilominus est ex observationibus, & calculis *Roemer*, *Picard*, *Bradley*, & aliorum, lucem successione temporis propagari. Quin immo *Newtoni*, & *Hugenii* calculis habemus, lucem sexcentis mille vicibus sono celerius propagari, & moveri? ipsiusque *Newtoni*,

ni, *Cassini*, & aliorum calculis demonstrari videtur, lucem, dum a Sole ad Terram diffunditur, 7, aut 8 minuta temporis insumere: corruit igitur nostra sententia, aut hypothesis.

436. Respondeo: Hoc argumentum (si quam vim habet) *Cartesii* opinionem solummodo impetit, qui pura pressione per continuum corpus communicata rem totam explicat; in nostra autem sententia lux est verus motus, & per verum motum diffunditur, atque propagatur, hoc est, per vibrationes, & oscillationes promptissimas: hæ autem communicari possunt per veram successionem temporis, ut in exemplo sonorum est manifestum. Si igitur aliquando constiterit certo, lucem tempore sensibili propagari; optime id in nostra sententia exponitur: cum vibrationes ab alia in aliam materiam possint temporis successione transmitti. Quod si ex adverso constiterit aliquando, lucem momento temporis diffundi; id etiam in nostra opinione optime explicatur, ponamus particulas radium componentes vel esse sibi mutuo contiguas, vel minimis spatiis mutuo a se disjungi, & perfectam habere elasticitatem. In primo casu momento temporis, in secundo tempore prorsus insensibili lucem a Sole, seu fixis ad nos usque propagari, evidens est. Quin immo, quia materia fluida orbium cælestium plurimum inter se differre potest quoad densitatem, raritatem, & elasticitatem; fieri etiam potest, ut actio, & diffusio lucis in una quidem orbita v. g. Saturni, aut alicujus stellæ fixæ sit momentaria, in alia tempore insensibili, in alia demum sensibili diffundatur: in nostra igitur sententia admitti necesse non est illa paradoxa, quæ superius contra sententiam *Epicuri* deduximus.

437. Dixi vero, si quam vim habet argumentum; quia certo adhuc non constat, lucem propagari tempore sensibili, v. g. 8. circiter minuta a Sole usque ad tellurem impendere. Scio, qui hactenus calculi, observationes, & tentamina ad hujusmodi motum, & sensibile ejus tempus detegendum, atque confirmandum instituta fuerint: longe etiam probabilius existimo, atque idcirco verum esse admitto, lucem a Sole usque ad nos aliquantillum temporis impendere; id tamen esse certum, nequaquam affirmare ausim.

438.

438. Potiori igitur jure certum hactenus haud est, lucem sensibile tempus, 8 scilicet minuta, a Sole usque ad nos impendere. Equidem *Cassini*, qui una cum *Roemero* primus retardationes immersionum, & emersionum primi satellitis Jovis observavit, ex iisque lucis propagationem successione temporis fieri deduxit, hanc postea sententiam deseruit, neque satis clare a prædicta observatione deduci, existimavit, eamdemque sententiam postea confirmavit *Maraldi*: licet alia ex parte *Roemeri* opinionem propugnaverit *Halley* & alii Astronomi vel confirment, vel supponant. Omnibus tamen utriusque partis momentis scrupulose discussis, rem adhuc esse dubiam asseruit *Manfredus*, idque unum est, quod in re præsenti certum mihi esse videtur.

439. Opponit tandem Pater *Boschovich*. Ex eo potissimum capite Epicuri sententiam rejicimus; quia a pluribus jam annorum sæculis, aut millibus sol esset dissipatus; at sequenti calculo conficitur, omnem lucis materiam a mundi initio e sole egressam, & per plura adhuc annorum millia egressuram digitum cubitum non superare. En vero calculi summam: certum est, inquit, luminis tenuitatem in hac nostra a sole distantia esse majorem, quam tenuitas materiæ auroræ borealis, eam enim secum non abripit: atqui hujus materiæ tenuitas major est, quam terrestris atmosphæræ materia in distantia milliariorum 180 a superficie terræ, in qua distantia sæpe auroræ boreales sustinentur. Deinde ejus atmosphæræ tenuitas in ea distantia major est, quam tenuitas nostri aeris hic in superficie terræ pluribus vicibus, quam exprimat unitas cum cifris 72, quod colligitur ex progressione, in qua terrestris atmosphæra assurgendo rarescit: cumque hic aer sit fere millies rarior, quam aqua; erit lumen rarius aqua, plusquam exprimat unitas cum cifris 75: hinc unus digitus aquæ cubicus continet plus materiæ, quam digitus luminis ad hanc raritatem redacti, plusquam exprimat unitas cum cifris 75: inita autem ratione temporis, quo tot digiti luminis a sole emitterentur, invenitur numerus sæculorum major, quam exprimat unitas cum cifris 28: siquidem assumptis arenæ granis, quorum centra ordinari possint per digiti longitudinem, superficies terræ continet

multo minorem numerum eorumdem, quam exprimat unitas cum cifris 22 ecc. (a).

440. Respondeo: Hoc argumentum nihil aliud continet, quam ingeniosam ex quibusdam suppositis datis deductionem: quorum aliqua falsa, dubia alia cum sint statim demonstranda; nihil eo ratiocinio promovetur caussa. Et primo quidem siquis hoc argumento probare contendat, vel lucem consistere in emissionibus materiæ, vel mirabilem illius subtilitatem; videtur ponere, aut petere principium. Ex eo enim assumitur, & deducitur, lucem esse subtiliorem materia auroræ borealis; quia hanc illa secum non defert: ergo ponitur jam lucem deferri, & emitti a sole: si enim lux consistat in vibrationibus sonosimilibus, transmittitur lux non transmissa, neque delata materia.

441. Ponit deinde sequentia: 1. materiam auroræ borealis nullo alio de capite a luce non deferri, nisi quia est luce ipsa crassior. 2. auroram borealem ad altitudinem 180 milliariorum a terra elevari; & consistere: 3. illam materiam ejus auroræ borealis; quam cum luce comparat, fuisse jam interdiu in ea altitudine 180 milliariorum, in eaque a sole fuisse illuminatam. Quid enim, si dicam; quod probabilissimum est, illam auroram borealem (quam ad dictam altitudinem evehit, cæterarum nubium instar modo ascendere, modo descendere, & ea solummodo nocte, qua apparuit, & a sole jam non illuminabatur, ad dictam altitudinem ascendisse? 4. Gravitatem, & densitatem aeris in constanti aliqua ratione pro altitudine decrescere: 5. digitum cubicum, aut sphæricum aquæ plus habere materiæ, quam similem aeris digitum in ratione 1000 ad 1; plus vero, quam digitum auroræ borealis in ratione unitatis cum 75 cifris ad unum. Quid enim, si negem, cum innumeris fere philosophis systema gravitatis universalis, quod in calculo supponitur; & dicam; omnia corpora esse æque densa, licet non æque gravia?

442. Omnia hæc supponit calculus; omnia sunt saltem dubia & a quamplurimis negantur: aliqua etiam

(a) Boschovich Differt. de lumine Solari.

etiam sunt falsa ; ut suis in locis docuimus. Ruit autem calculus vel uno solummodo ex positis *datis* deficiente. Jam vero; primum *datum* esse falsum; statim conficiam: major scilicet massa non est causa, quare a minori corpore non deferatur majus. *Secundum* in loco negavi; & nullo modo potest supponi: *Tertium* est maxime dubium, ut indicata ratione; & aliis probari potest: *Quartum* constantibus physicorum observationibus in loco relatis opponitur. Praeterea vero, qui hujusmodi calculum tueatur, in gravissimas difficultates incidet. Primo enim materia aurorae borealis est materia luminosa: ut ex hujusce phaenomeni descriptione superius a nobis exposita constat: easdem igitur habet proprietates, atque luminosa materia solis. Quaero modo, est ne lumen lumine subtilius? 2. Est ne lux corporis luminosi, seu flammae terrestris, diversae naturae; atque lux solaris? Qui id admittat, rem maxime obscuram, atque in reconditiori naturae sinu latentem temere definit. Quod si lucem esse luce subtiliorem, ex eo etiam probes, & deducas; quod lux solaris lucem aurorae borealis secum non deferat; iterum recidimus in principium, de quo litem intendimus.

443. Praeterea in systemate colorum Neutoniano vix dici posse videtur, esse lucem luce subtiliorem. Etenim secundum ejusmodi systema statim exponendum albus splendor aurorae borealis, aut lucis terrestris constat ex septem primitivis coloribus, seu substantiis heterogeneis, rubro scilicet, flavo ecc. perinde, atque splendor solaris: radius igitur rubeus in utroque splendore eundem habet refrangibilitatis gradum juxta dictum systema: at diversam refrangibilitatem ex diversa particularum luminosarum soliditate, & mole repetunt hujusce systematis assertores: rubeus igitur solaris, & rubeus terrestris, seu borealis ex una parte habebunt eandem refrangibilitatem, hoc est, eandem molem; quia sunt idem color: ex alia habebunt diversas refrangibilitates, hoc est, erunt diversi colores; quia sunt inaequalis molis & soliditatis. Nihil assumo quod non sit eo in systemate admissum: argumentumque eo validius mihi videtur, quod consequentiae ex systemate ipso deductae sese videantur elidere.

444. Alia item ex eodem argumento enascitur difficul-

ficultas: quare particulæ, & torrentes solares rapidissimi in materiem auroræ borealis, & massam aeream in eadem altitudine existentem incurrentes, eam una secum non deferunt per immensa vacua cælestia? Ponamus primo utramque materiam luminis æque esse subtilem; & solem S esse in horizonte partium atmosphæræ A B, de quibus modo loquimur (*Fig.* 39.) particulæ auroræ borealis, & aeris in eadem altitudine existentis sunt æque subtiles, atque lux solaris per hypothesim; materia vero superior atmosphæræ erit luce subtilior juxta hydrostaticæ leges, omnis hæc materia illuminatur a sole S: ergo particula A v. g., aut B, globus nempe lucis ab æquali globo a sole emisso per lineam rectam ea velocitate, & vi percutitur, qua globus percutiens percurrit 4000000 leucas singulis minutis, hoc est, leucas 66666 singulis minutis secundis: juxta leges igitur percussionis globus B accipiet integram velocitatem 66666, si est elasticus; 33333, si est mollis, aut durus: ergo globus B in puncto percussionis duplici vi urgetur, prima scilicet, attractione, seu gravitate, qua in minuto secundo percurret 15 pedes versus tellurem; secunda autem, nempe impulsione, qua eodem tempore percurret 66666 leucas a tellure recedendo: cum ergo nullum in immenso vacuo occurrat obstaculum retardans; vide, quo tandem abeat atmosphæra terrestris.

445. Si vero partes aereæ ponantur majores, eadem etiam tenet difficultas: sit enim particula solaris C vigesies v. g. aut millies subtilior, quam A: per impulsionem igitur particulæ C accipiet A velocitatem vigesies v. g. minorem, quam sit 66666 leucarum in singulis secundis: tardius igitur movebitur A, quam particulæ D F ecc. a sole emissæ: ergo D F in A aliæque post alias consequenter incurrentes, illius velocitatem magis semper, & magis augebunt, quoad particularum solarium velocitati brevissimo tempore æquetur.

Dices forsitan, particulam A impediri ab aliis versus G existentibus: verum de iis est eadem quæstio; illuminantur enim, feriuntur, percutiuntur a particulis solaribus: illæ igitur primæ omnium, vel una simul cum aliis detruduntur, & abeunt.

446. Hinc alii oppositæ sententiæ assertores, ut sola-

solares emissiones reparent, ad Cometas confugiunt; qui, inquiunt, post certas annorum periodos in solem labuntur, & deperditam materiam compensant: Verum Cometæ sunt totidem planetæ, ut nemo jam inficiatur: Terra ergo, aqua, saxa, metalla fiunt materia lucis, & in lucem verti possunt? In data responsione consequentia est necessaria; rem tamen obscurissimam infert; quæ cum eorumdem philosophorum doctrina male cohæret.

447. Esto id tamen: da modo cometam in solem lapsum: de nullo sane id constat: quin immo cum cometæ sint veri planetæ, ut in adversariorum sententia est Tellus, & in peculiaribus orbitis, ut Tellus, Mars & alii circa solem volvantur; eodem modo, quo tellus aut Venus a 6 mille annis per orbes suos volvuntur, quin in solem cadant; idem similiter in cometis observabitur: aut si cometæ in solem labuntur; ab ejusmodi etiam lapsu timeamus oportet: quod quidem esset puerile, aut poeticum figmentum. Qui igitur in hunc modum argumento responderit, effectum certo existentem per caussam fictam exponit, quod unum sufficit, ut eadem semper maneat difficultas.

448. Sunt, qui periclitanti soli auxilium, hoc est, effluvia a planetis accersant; sunt etiam, qui solem imminutum concedunt, exigua tamen molis differentia. Sed primi attractionis systema, & vacua, aut non tenent, aut non intelligunt: secundos monere sufficiat, litem esse de integra materia solis in vacuo immenso circa centrum rapidissime revoluta. Fluidam sphæram, ut alibi diximus, hic in superficie terræ vertigine ad horizontem perpendiculari circumvolve: totum fluidum per tangentes vi centrifuga sursum in aerem propellitur; quantumvis a terra attrahatur, hoc est, in terram ponderet: vis igitur centrifuga gravitatem, seu attractionem in contactu ipso, ubi validissima statuitur, superat: superata autem attractione in contactu, nulla deinde existente resistentia in vacuo, quid materiam integram solarem detineret, ne vel ab ipso vertiginis initio per inane dissolveretur? Superius jam, cum de igne disseruimus, longe aliam *Petri* van *Muschembroek* opinionem circa materiæ e sole effluentis copiam attulimus: immo & calculum indicavimus,

quo solis extinctionem, & dissipationem pluribus jam a saeculis fieri debuisse probatur.

449. Opponitur tandem: In nostra opinione explicare omnino non possumus, quo pacto phosphori luceant, & quam plurima corpora soli exposita, aut putrescentia, aut fermentantia fiant luminosa, hoc est, aliquam ex se emittant lucem. Respondeo: Haec omnia corpora eadem ratione lucere, qua lucet flamma, aut ignitus carbo: quia scilicet eorum partes eum habent motum, in quo lucem sitam esse demonstravimus: eas praeterea vibrationes circumstanti materiae imprimendo, per illamque ad nos usque transmittendo, luminosa nobis apparent. Unde tamen, inquis, eum motum accipiunt praedictorum corporum partes? Respondeo: aliqua eum motum accipiunt, & fiunt luminosa eodem modo, quo carbones, seu lignum, opacum antea, & iners corpus, fit postea lucidum, actione scilicet ignis, aut solis: ignescit enim, & lucet carbo, non quia extraneam materiam accepit, sed quia illius particulae a sole, vel igne terrestri excitatae motum accipiunt illi similem, quo solis etiam partes agitantur: alia vero lucida fiunt, hoc est, accenduntur putrescendo, fermentando &c.; quia illorum partes praedictis hisce modis agitantur, accenduntur, inflammantur. Uno verbo, omnes phosphori, & corpora, dum lucent, habenda sunt tamquam corpora vere inflammata, & ignem atque lucem magis, vel minus sensibilem emittentia: fiunt igitur phosphori ea prorsus ratione, qua accenduntur corpora: lucent eo etiam modo, quo inflammata corpora lucent: multiplici autem ratione inflammantur, & accenduntur corpora, ut suo loco explicavimus: lucem etiam emittunt, & illuminant, materiam circumstantem vibrando: eodem igitur modo lucent phosphori.

450. Corpora igitur, quae soli exposita, lucent postea in tenebris, non ideo lucent, quia materiam solis interdiu acceptam noctu reddant: lucent enim squammae piscium, & plurima alia corpora putrefacta, & fermentata, quin soli exponantur, & radios imbibant: lucent igitur illa corpora, quia a calore solis elementari eorum igne excitato, intestinum vibrationis motum illorum particulae accipiunt: eumque postea conservant, a solis etiam calore, & luce remo-

remota; quamdiu internus ignis, & fermentatio durat. Supervacaneum est in iis amplius immorari, cum alibi hoc argumentum pertractemus.

451. In sententia autem Epicuri vix hæc intelligi possunt; etenim particulæ lucis sunt opacæ, & eatenus lucem efficiunt, quatenus velocissime moventur, & feriunt; lucere enim est ferire; jam vero particulæ solares in corporibus imbibitæ, atque in iis servatæ motum suum amiserunt: ut iis mediantibus corpora ipsa noctu luceant, necesse est, ut eas motu pernicissimo impellant, quali scilicet a sole ad nos veniunt. Hæc omnia sunt eo in systemate certa: da modo causam, vim & rationem, qua squammæ piscium v. g. ligna putrescentia, lapis Bononiensis, & mille alii phosphori particulas illas versus omnes partes enormi velocitate emittant? Quocumque te vertas, difficillime ab argumento secundum principia attractionis te expedies.

452. Ut longissimam quæstionem absolvamus, sequentem denique difficultatem propono, quæ Epicuri sententiam non parum impugnat. Si lux est corpus velocissime, & per lineam rectam semper motum; canales semper rectos invenire opus est in omnibus corporibus pellucidis tum solidis, cum etiam fluidis. Consideremus modo fluida corpora v. g. aquam, vinum, spiritum vini &c., præcipue cum calida sunt; omnia hæc fluida ex particulis inter se divisis, immo & (saltem dum calescunt) versus omnes partes sese moventibus componuntur, ut nullus hodie Physicus negat: hoc posito, perpende parumper, si fieri possit, ut particulæ minutissimæ, divisæ, in omnes partes motæ efficere possint poros, seu canales rectos versus omnes partes; lux siquidem per medium fluidum a quacumque parte pertransit: illuminatur etiam aliquando fluidum ab omni latere, & versus omnes partes lucem transmittit; a quocumque igitur puncto fluidi versus omnes, & quascumque partes distendi semper poros rectos, numquam perturbatos, necesse est. Si ad partium fluidi subtilitatem, raritatem, & mobilitatem confugias; flamma ipsa responsionem convellit: est enim hoc corpus fluidum, cujus partes sunt subtilissimæ, raræ, & perenni motu agitatæ; nihilominus tamen est corpus opacum, poris rectis omnino destitutum.

Quantumvis enimvero corpus in grana dividas, grana in farinam, farinam in minutiorem adhuc pulverem conteras, atque reducas; cumulum granorum, aut farinæ semper habebis opacum, nullisque poris rectis perforatum.

453. Quæ hucusque in tota hac quæstione, vel ad sensum nostrum probandum, vel ad opposita diluendum attulimus, eo majoris momenti & sunt, & ab adversæ sententiæ fautoribus haberi debent; quod ipsemet *Nevton*, cui emissionum systema & nomen modo, & vim omnem debet, post tot experimenta circa lucem & colores magna industria, & ingenio ab ipso instituta, atque exacta, post penitissimam totius argumenti discussionem, lucem tandem corpus esse, dubitabat. Infirma adeo homini, emissionum solarium auctori, visa sunt, quibus rem suam probabat argumenta. En ipsamet Nevtoni verba. *Verum quidem est, quod ex mea theoria arguo, lucem esse corpus: at id non incunctanter assero: ut innuit verbum fortasse. Id propono ad summum tamquam probabile doctrinæ meæ consectarium, non tamquam hypothesim, qua, velut fundamento, doctrina stabiliatur; quin immo nec tamquam doctrinæ partem, quæ omnino superioribus propositionibus continebatur . . . At sciebam, illas, quas palam faciebam lucis proprietates aliquatenus explicari posse non solum hac, sed pluribus aliis mechanicis hypothesibus: & ideo illas omnes vitare decrevi* (a).

§.

DE ILLUMINATIONE, ET UMBRIS.

454. Quoniam lux a corpore luminoso, tamquam centro, versus omnes partes per lineas rectas semper diffunditur; necessario consequitur, 1, omnia spatia circum corpus luminosum, inter quæ, & luminosum ipsum nulla sunt impedimenta, esse illuminata, si in ea sit distantia, ad quam luminosi actio pervenire possit. Spatium a luminoso aliquo corpore illuminatum, aut sublato impedimento illuminandum,

(a) *Nevton. Opusculo* 19.

dum, per quod scilicet illius actio est sensibilis, *illuminationis sphæram* appello: omnia igitur puncta in illuminationis sphæra existentia, inter quæ, & luminosum ipsum nulla sunt lucis impedimenta, erunt illuminata.

455. 2. Eam sphæræ illuminationis partem, inter quam, & luminosum aliqua sunt lucis impedimenta, hoc est, corpora opaca, non esse illuminatam; id vero *umbram* nuncupamus. Tria tamen hic distinguenda sunt, *tenebræ*, *umbra*, *penumbra*: Tenebræ sunt perfecta lucis privatio, qualem scilicet in in domo utrimque clausa noctu habemus. *Umbra* est lucis directæ privatio, seu spatium a luminoso directe non illuminatum ob corporis alicujus interpositionem, aliunde tamen modico lumine reflexo, aut refracto permeatum. *Penumbra*, seu *pene umbra* a tenebris magis adhuc recedit, & ad illuminationem magis accedit, quam umbra; estque directæ lucis privatio imperfecta: cum scilicet a luminosi parte aliqua tantummodo illuminamur, eamque videmus.

456. 3. Corpora igitur tantummodo opaca, & illuminata umbram ex se projiciunt. Si enim sint pellucida; lucem non impediunt. Si non illuminentur; in umbra potius existunt, quam illam projiciant.

457. 4. Corporum umbra in partem a luminoso semper aversam projicitur. Sit A (*Fig. 8. Tab. optic.*) corpus luminosum v. g. sol, B corpus opacum ab A illuminatum: omnia spatia igitur inter B, & A sunt illuminata; neque corpus B diffusionem lucis directæ impedit, nisi versus G E: umbra igitur corporis opaci B tantummodo projicitur, & distenditur a B versus E; hoc est, in partem a luminoso semper aversam.

458. 5. Umbra recta a corpore opaco projicitur; hoc est, definitur a lineis rectis luminosam, & opacam sphæram tangentibus.

459. Ducantur, aut ductæ intelligantur duæ rectæ C D E, H N E sphæram luminosam A, & opacam B tangentes, atque ulterius productæ. Quidquid spatii est inter E I, & E M a sphæra opaca B versus E est penitus umbrosum; quidquid spatii est extra illas tangentes est illuminatum, aut a toto luminoso, aut ab illius parte: punctum luminosum C lucem directe emittit per rectam tangentem C E,

cum nullum inveniat impedimentum; nullam vero diffundit supra ED; idemque dicendum de puncto luminoso H: rectæ igitur tangentes CE, HE umbram definiunt.

460. 6. Si sphæra luminosa A (*Fig.* 7.), & opaca B sint æquales; umbra FH erit cylindrus: quæ proinde ab opaca sphæra in immensum producetur inter parallelas EH, FC. Concipe enim circa axem ABI circumvolvi rectam CF supra periphærias duorum circulorum maximorum, & æqualium CAE, FH: describetur citra dubium cylindrus CH, a sphærarum tangentibus, hoc est, a radiis umbram definientibus, & cylindri superficiem efformantibus, atque parallelis circumscriptus: erit igitur umbra cylindrus in immensum productus.

461. 7. Si sphæra luminosa A (*Fig.* 8.) sit major, quam opaca B; umbra erit pyramis recta ENM terminata a tangentibus NE, ME, cujus basis erit circulus NM sphæræ opacæ, axis recta BE. In hoc siquidem casu, cum sphæra opaca sit minor, tangentes ab A versus B convergunt, & tandem in puncto aliquo E concurrunt, quod est umbrosæ pyramidis cuspis.

462. 8. Si sphæra luminosa G (*Fig.* 9.) sit minor, quam opaca A; umbra FK erit pyramis truncata in infinitum producta: quæ scilicet a sphæra opaca recedendo magis semper, & magis ampliabitur. Clariora hæc sunt, quam ut in iis explicandis diutius immorari operæ pretium sit.

463. In primo horum trium casuum sphæra luminosa illuminat hemisphærium, seu dimidiam partem opacæ; in secundo plus, quam dimidium: in tertio minus, quam hemisphærium. Rursus in primo illuminabitur semper hemisphærium; quantumlibet sphæras vel removeas, vel admoveas; id enim sequetur ex radiorum tangentium, & parallelorum ratione.

464. In secundo casu eo major pars illuminabitur sphæræ opacæ, quo minor fuerit inter illam, & luminosam distantia: eo minus, quo magis a luminosa removebitur opaca: semper tamen plusquam hemisphærium illuminabitur; si exacte loquamur: quoad sensum enim illuminabitur hemisphærium, si vel exigua sit inter utramque sphæram magnitudinis differentia, vel ad magnas distantias removeantur.

465.

465. In tertio demum casu, eo minor pars illuminabitur, quo magis ad luminosam accedat opaca. Alia, quæ ad umbram, & illuminationem spectant, atque ex utriusque theoria deducuntur, & solvuntur Problemata, hujus loci non sunt, sed in Astronomia, ubi de eclipsium calculo agitur, & in Geometria, ac Geographia proponi, & resolvi solent, ac debent.

LECTIO X.

De Coloribus, & primo de corporis pellucidi, & opaci ratione.

DEFINITIO.

466. Ut ab exposita lucis natura ad ejus munerum, & proprietatum explicationem descendamus, aliqua imprimis de pellucidis, & opacis corporibus sunt dicenda. *Pellucida* sunt, & dicuntur corpora, quæ luci transitum permittunt, ejusque propagationem non impediunt: qualia sunt vitrum, chrystallus, aqua; *Opaca* ea sunt, quæ lumini transitum præcludunt, ut lignum, terra.

PROPOSITIO XXIV.

467. *Corpus pellucidum illud est, cujus partes ita sunt secum ipsis intertextæ, ita mobiles, tensæ, & elasticæ, ut appellentes luminosi corporis oscillationes accipere, & transmittere in contigua corpora possint. Opacum ex adverso est illud, cujus partes, aut superficies ita sunt constructæ, ut acceptam vibrationem ulterius non transferant; sed eam in se se imbibant, & destruant.*

Hæc propositio ex hactenus dictis sponte consequitur. Lumen in medio, per quod transmittitur, sunt vibrationes perinde ac in luminoso: omne pellucidum corpus hujusmodi medium existit. Deinde plurima sunt corpora fluida pellucida: eorum vero pori, seu foramina recta esse non possunt ob continuum, & perturbatum particularum motum, quem fluidorum corporum, saltem calescentium, proprium esse diximus; igitur pelluciditas non in poris rectis pos-

posita est, ut in emissionum solarium systemate necessario ponitur: sed ab eo pendere videtur, quod fluida ipsa acceptas, & impressas a Sole vibrationes, pressiones, & actiones ulterius transferant.

468. Eo pacto solaris, seu terrestris luminis actio, & vibrationes non intermittuntur; sed perinde continuantur, ac si loco fluidorum v. g. aquæ, substitueretur aura, quæ parem haberet densitatem. Sicut enim, qui baculi oblongi extremitatem unam sustinet, distincte percipit omnem impressionum varietatem, & discrimen, quæ in extremitate opposita imprimuntur; baculusque ipse est instrumentum objectorum actionibus, impressionibus, & modificationibus ad manum usque transferendis aptum; pari ratione de corporibus, quorum particulæ sint maxime volubiles, aut tensæ judicari posse videtur. Oculus v. g. in quem aqua acceptam a Sole impressionem transmiserit, Solem procul dubio repræsentat; cum perinde afficiatur, atque si, sublata aqua, afficeretur: per aquam igitur eo pacto Solis actiones transmittentem videtur Sol; ac proinde erit aqua corpus pellucidum. Neque solum corpora fluida, sed solida etiam, immo potiori jure, explicata modo ratione pellucida esse possunt. Ex una enim parte res est captu omnino impossibilis, quod corpora non solum fluida, verum etiam solida, in quacumque sui parte sensibili poros habeant rectos versus omnes partes, ut paulo superius exposuimus. Ex alia vero parte de nullo alio agitur in præsenti, nisi de transmissione vibrationum lucem constituentium: vibrationes autem æque possunt transmitti per corpora fluida, atque per solida: dummodo horum partes eam habeant tensionem, dispositionem, & subtilitatem, ut tremere, seu oscillare possint. Equidem chordæ sunt corpora solida; tremunt tamen, & oscillant; tremendo & oscillando sonum transmittunt: existimandum igitur tibi est, lamellam vitri aut chrystalli aliud non esse, quam chordam lucis, chordam vero esse vitrum soni: omnia iterum in luce, & sono circa hoc etiam cohærent; sed vide, quæ inferius dicimus de refractione luminis.

COROLLARIUM I.

469. Ex his corporibus terrenis, & impuris, quæ tractamus, nullum est perfecte pellucidum. Omnia enim oscillationes in illa impingentes plus minusve reflectunt, ac debilitant. Deinde cum impura sint, hoc est, ex materiis heterogeneis composita; diversam partes ipsæ habent tenacitatem, poros, figuras, tensiones, subtilitatem, & id genus alia: fieri igitur oportet, ut aliquæ perfecte, aliæ imperfecte, aliæ etiam nullo pacto oscillationes transmittant.

470. Nulla etiam sunt corpora, quæ si in tenues bracteas dividantur, sint perfecte opaca. Cum enim universa corpora sint porosa, in iisque poris fluidum habeant transmittendæ luci idoneum; fit, ut si in tenues bracteas dividantur, parva pororum segmenta in subtilibus illis bracteis interjacentium ob subtile, quod continent, fluidum vibrationem transmittant. Deinde ipsæ etiam bracteæ subtiles facilius oscillant, atque transmittendis oscillationibus multo aptiores sunt, quam corpora ipsa profunda: per pauciores enim heterogeneas partes oscillationem transmitti opus est, quo subtilior fuerit bractea. In hoc uno sensu dicimus, corpora nulla esse perfecte opaca: alias enim innumera esse crassa, (immo fere omnia) quæ nullam lucem, saltem sensibilem transmittant, notissimum est.

COROLLARIUM II.

471. Corpora pellucida solida, v. g. vitrum, fieri possunt opaca; si in pulverem, aut parva frusta comminuantur: His enim comminutis, particularum tensitas, aptaque ad tremorem dispositio perturbatur. Idem in fluidis corporibus fiet, v. g. in aqua, cum in ea opaca corpora injiciuntur, cum iis commiscentur, aut in iis dissolvuntur; extraneæ enim particulæ intra poros admissæ lucis oscillationes perfecte transmitti ut plurimum impediunt. Ex opposito etiam pellucida sæpe fiunt corpora antea opaca, aliorum corporum permixtione: ut in papyro observamus, quæ oleo madefacta lucem transmittit.

472. Ex dictis facile intelliges, & explicabis sequen-

quentia vulgaria phænomena. Omnium liquorum etiam pellucidorum spuma est opaca. Lucem enim circumquaque copiosissime reflectit: id vero ex multiplicitate sphæricarum bullularum se se contingentium, & ex permixtione aeris inter aqueas superficies consequitur. Ex eodem capite vitrum, aut chrystallus fracta pelluciditatem amittunt. Ex his disce alia.

473. Ultimo notandum est, in sententia Epicuri circa lucem consistere pelluciditatem corporum non modo in poris rectis, verum ulterius opus esse, ut ii sint vacui: in ea enim sententia lux est materia transiens per vias rectas; in nostra lux non est materia, sed actio transiens recta per materiam: poris igitur non indigemus, vacui a nobis rejiciuntur; cum per vacuum neque sonus, neque lux propagari possint.

LECTIO XI.

De Colorum Natura.

DEFINITIO.

474. Anima nostra per oculos, quemadmodum etiam per aures, objecta a se remota percipit. Perceptio animæ per aures acquisita dicitur *auditio*, *sonus*, *tonus*, *harmonia ecc.*; quæ per oculos habetur perceptio, *lux*, aut *color*, seu lucis, aut coloris *sensus* nuncupatur. Corpora eodem modo per aures animam afficientia, sonum, diverso, tonos generant: objecta similiter eodem modo luce pura animam per oculos modificantia, lucem, diverso, colores in anima excitant. Corpora diversa sonora eadem vi ad tremorem concitata diversos in nobis tonos, aut sonos efficiunt: similiter corpora opaca luce perfusa diverso modo oculos nostros afficiunt, & varios in nobis sensus excitant, quos colorum perceptiones, seu colores appellamus.

475. Quid ergo sunt colores? De sonis jam diximus, & probavimus, aliud eos esse in corpore sonoro, aliud in medio, aliud in anima. Similiter igitur colores in objecto, in medio, in anima distinguuntur. Interim tamen nomine colorum intelligimus

mus eas corporum species, seu, ut dicitur, apparentias, quibus ea oculis percipimus, & nobismet-ipsis repræsentamus, quin ad eorum figuram, magnitudinem, & soliditatem attendamus. Nullum colorem percipimus; nisi luce perfundantur corpora; quæ colorata apparent: præterea vero debet corpus coloratum lucem modificare, & in nos regerere; ut colores in ipso despiciamus. Si lucem non modificet; colorem non habet; nisi eam in nos regerat; colorem in eo non videmus. Sola igitur opaca corpora prædita sunt coloribus, cum pellucida lucem non regerant.

476. Tria in coloribus distinguenda sunt, corpus lucem in nos regerens, quod coloratum aut est, aut apparet: Lux ipsa ad nos ab objecto reflexa, aut refracta: Colorum ipsorum seu objectorum perceptio: *Album*, & *Nigrum* colores extremi nuncupantur; propterea quod a se, se, & ab aliis maxime removeantur. *Colores Primarii* sunt illi, qui de aliis nihil participant: *Medii*, qui ab aliis nascuntur. Rursus alii sunt *permanentes*, ut rubedo in rosa; alii *apparentes*, ut colores prysmatis; & alii in columbarum pænis, aut etiam in Iride depicti.

ANNOTATIO HISTORICA.

477. *Circa colores plurima amæna, neque tamen obvia discutiuntur: generatim quæritur; sunt ne vere in objectis colores? an potius illæ sunt puræ affectiones, & perceptiones animæ, ab hac in objecta relatæ, ut de sonis, tonis, harmonia diximus, ita ut extra animam sint diversæ solummodo affectiones, modificationesque a corporibus ad nos usque transmissæ? Rursus colores sunt ne aliquod accidens, vel ipsa corporum substantia; an potius sunt lux ipsa, illiusque radii. Veteres scholastici colores omnes, ut qualitatem metaphysicam spectantes, nihil de illis physicum, & sensibile exponebant. Modus hic philosophandi nullis experimentis, aut firmis rationibus innixus jam est oblitteratus, philosophique ad unum omnes secundum materialia, & mechanica principia explicant. Celeberrimæ sunt in hac materia* Cartesii, *&* Neutoni, *eorumque discipulorum sententiæ; quas paucis dabo: interim tamen utriusque circa luminis naturam systema*

su-

superius expositum recole cum a suo quisque colorum explicationem, & naturam derivet, & uterque in luce constituat.

478. Neutoni sententiam sequentibus brevissime explicabo: sit A B (*Fig.* 41.) camera quædam satis ampla, longa, & obscurissima: C E fenestra solem respiciens, & bene clausa: N parvum foramen, cui tubus mobilis aptatur, ut solem semper directe respiciat, itaque convolvi possit, ut ad solem sensim progredientem semper dirigatur: quamdiu durat experimentum. Per tubum admittitur in cameram obscuram radius solaris N D, & in prysmatis cristallini, quantum fieri poterit, puri, faciem alteram oblique incidat, per illudque traducitur. Radius per prysma traductus in charta alba ad distantiam 30, aut plurium passuum a prysmate recipitur. Radius luminis ante prysma est pura lux sine ullo colore, aut refractione: in prysma illapsus refringitur, & magis dilatatus egreditur; in charta spectrum F G, seu imaginem H depingit oblongam, latitudine quidem foraminis capacitati parem, a lineis F G, H I parallelis terminatam; altitudine vero, eo majorem, quo magis charta a prysmate removeatur, secundum longitudinem in septem colores, seu fascias coloratas est distincta, *rubeam*, *auratam*, *flavam*, &c. Rubeus color a radiis minus refractis LH, violaceus ab M I, qui magis refringuntur: colores alii a radiis intermediis exhibentur.

479. Hoc est primum experimentum, rei summam continens, & eorum omnium fundamentum, quæ postea primus instituit Neuton (*a*), repetiit *Nollet* (*b*), *Gravessande* (*c*), *Castel* (*d*), *Desagullieres* (*e*), & alii. Hoc utique experimento multipliciter transformato, circumstantiis, & rerum combinationibus mutatis, habetur 1. septem in spectro illo optico depingi colores inter se clare distinctos. 2. Radios coloratos egredi e prysmate divergentes: & cum in prys-

(a) *Voyez l'optique de Mr. Neuton.*
(b) *Leçons de Physique. t. 5.*
(c) *Instit. Philos. Neut.*
(d) *Optique des Couleurs.*
(e) *Cours de Physique.*

prysma incidant paralleli, unumque radium componant; in prysmate refringuntur diverso modo. 3. In intermediis eorum septem colorum confiniis, ex radiorum permixtione, seu confusione alios enasci, & apparere colores compositos, & minus vividos. 4. Si ad distantiam unius pedis a prysmate radii excipiantur in vitris rubeis, viridibus, cælureis, seorsim consequenter interpositis; quodcumque vitrum eum solum radium transmittit, qui eumdem, atque vitrum, colorem habeat (*a*). 5. Si radii per plura simul prysmata ordine transmittantur; eumdem semper, quisque suum, refractionis majoris, aut minoris gradum in omnibus prysmatibus servant. 6. Si radii nimium oblique in aeris, & prysmatis superficiem A B (*Fig.* 42.) incidant; reflectuntur ea constanti lege, ut radii magis refrangibiles citius etiam, & magis reflectantur. 7. Si per parvum foramen in opaca tabella D E post prysma radios excipiente unus solummodo radius M, quicumque ille sit, impeditis reliquis, recipiatur; quantumvis deinceps reflectatur, & refringatur, eundem colorem servat: in corporibus etiam quorumcumque colorum ordine receptus, suo semper colore corpus tingit; adeo ut si radius sit rubeus v. g.; objecta nigra, alba, cærulea &c. appareant rubea, & ita de cæteris (*Fig.* 43.) 8. Unde nullus ex septem spectri radiis, aut coloribus mutari unquam potuit, aut in alios colores resolvi. 9. Si duo, tres, aut plures radii heterogenei primo separati, postea diverse combinentur, & in unum idemque punctum confundantur; diversi nascuntur colores mixti inter septem illos primitivos medii, & ex iis compositi: Ii autem iterum prysmatis ministerio resolvi possunt in primitivos colores, perinde, ut lucis puræ radius. 10. Si radii per prysmata separati, iterum ope lentis convexæ in unum coeant, & confundantur; lucem puram, & albedinem efficiunt. Hucusque experimenta: ex his vero sequentem theoriam deducit.

480. Lux ex partibus heterogeneis, & specie diversis constat: *Secundo:* hujusmodi species numerantur septem, quæ totidem colores sunt primitivi, immuta-

(a) *Nollet leçons Phys. Exper.* 3.

mutabiles & simplicissimi: *Tertio*; lux igitur in se ipsa septem illos habet colores; seu radii lucis per se ipsos sunt colores primitivi, & immutabiles ex sua natura citra ullam particularum modificationem. *Quarto*; Omnes septem radii; seu colores secum ipsis confusi, ut a Sole; & a luminosis reliquis erumpunt, & per medium diffunduntur, sunt lux pura; album solum constituunt; nullam peculiaris coloris motionem in oculo imprimunt; aut sensum in anima excitant. *Quinto*. Septem illi primitivi colores, & radii simul, & confusi in superficiem corporis illapsi, & inde simul reflexi, eo modo, quem superius exposuimus, album efficiunt: illud proinde erit corpus album, e cujus superficie omnes septem radii primitivi, confusi; & copiose quaquaversum reflectuntur: *Sexto*: Corpora illa, seu superficies, quæ peculiarem, & proprium habent colorem, ea sunt, quæ radios solum ejus coloris copiose reflectunt; cæteras radiorum species imbibunt, & in sese recipiunt: Corpus v. g. rubeum rubros radios ad oculum, & quaquaversum regerit, cæteras radiorum species imbibit, aut parum reflectit; & similiter de aliis corporibus, & superficiebus. *Septimo*: Superficies, quarum colores sunt mixti, & inter extremos medii; radios duarum; trium, aut quatuor specierum hac, vel illa ratione, & quantitate temperatos remittunt; cæteros vero in sese recipiunt, & veluti extinguunt. *Octavo*: Eo igitur sensu colores ab objectorum superficiebus pendent; quatenus corpora pro varia superficierum, & particularum textura, figura, mole, ordine, & situ, vel omnes radiorum species imbibunt; aut omnes reflectunt; unam solummodo; duas, aut tres v. g. varie attemperatas ad nos remittunt. *Nono*: Illa corpora vividiorem habent colorem v. g. rubeum, quæ ejus speciei radios copiosius, & vividius remittunt, quam alia, quæ dilutioribus coloribus vestiuntur: quemadmodum de albedine supra diximus. *Decimo*: peculiaris hæc radiorum solarium diversitas in diversa particularum solarium figura, densitate, magnitudine, & massa consistit; illi v. g. radii, qui minus reliquis refringuntur, & reflectuntur, quales sunt rubei, alios densitate, & mole excedunt, & ita de cæteris. *Undecimo*: Spectari igitur debent colores; tam-

tamquam puræ lucis proprietates. Hæc est Nevtonianæ doctrinæ summa, quam apud ipsum *Nevtonum*, *Desaguliers*, *Gravesande*, *Pemberton*, & alios fuse expositam invenies, & omnia visionis phænomena secundum eandem sententiam explicata, & deducta: ea tamen impræsentiarum omittimus; quia alio spectant, & facile ex modo dictis, & inferius dicendis intelliguntur.

481. Cum *Nevton* systema hoc suum in lucem edidit; quamplurimi Physici si minus novitate, ut dicam, rei tamen lumine perculsi, eadem experimenta instituerunt: & imprimis quidem *Mariotte*; observandi sagacitate nulli secundus: non eadem tamen phænomena observavit: Experimento enim rite instituto, ad distantiam fere 30 pedum a prysmate spectrum exhibebat colores, non tamen satis distinctos: colorem rubeum ab aliis separatum per secundum prysma trajecit; trajectus in duos colores cæruleum, & violaceum mutatus fuit, rubro penitus disparente. Radium similiter violaceum in rubeum, & flavum mutavit (*a*). *Rizzetus* etiam diversa, atque *Nevton*, observavit phænomena. Rem eamdem post plurimos alios aggressus *Castell*, observatis Nevtonianis non conformem deprehendit (*b*). Quare circa experimenta etiam, & observationes litem Nevtono intenderunt quamplurimi; & intendunt etiamnum aliqui.

482. Certum hac in re mihi est, *Nevtonum*, *Mariotte*, *Castell*, & alios optima fide experimenta quemque sua proposuisse: quare certum etiam apud omnes est, non omnia prysmata ad radios separandos, & experimenta hæc instituendum esse apta; illa requiruntur, quæ sint bene pura, qualia adhibuit *Nevton*, & *Gravesande*. Utrum vero per omnia prysmata pura res bene vertat, id ego nescio, & nullus ut rem indubiam affirmare poterit.

483. Porro *Vossius* (ut sua erudito viro gloria constet) ante *Nevtonum* eandem omnino sententiam, idem experimentum in camera obscura, eosdem heterogeneos colores in luce antea existentes proposuit,

(a) *Vide ipsum Mariotte, Castell, Saverien.*
(b) *Optique des Couleurs; le vrai systeme de Phys. &c.*

fuit, explicuit, & statuit (*a*). Quidquid tamen de hoc sit: Utrum *Newton* rem a *Vossio* acceperit, an in ipsam etiam post Vossium inciderit, parum omnino refert: id constat, relatum colorum systema fuisse a Nevtono adeo promotum, atque ornatum, ut Nevtonianum jure merito nuncupetur.

§

484. Renatus Descartes *non minori ingenio praeditus explosa veterum scholasticorum opinione, colores ab ipsa etiam luce derivavit: via tamen longe alia, atque* Nevtonus. *Cum lucem non per aliquas effluviorum emissiones explicaret, sed per continuatas, vividas, & alternas pressiones secundi Elementi, cujus particulis rotundis totum plane firmamentum replevit; colores, qui sunt ejusdem lucis, & objectorum media luce repraesentationes, & perceptiones, per peculiares combinationes motus seu nisus recti, & circularis eorum globulorum secundi elementi explicat. Si materia, inquit, secundi elementi ita a corpore aliquo versus oculum regeratur, ut vehementius, & celerius circa proprium centrum, quam per viam rectam moveantur, aut moveri adnitantur; ea in oculo affectio, modificatio, & perceptio nascitur, quam rubeum colorem, aut rubei coloris sensum nuncupamus: Si aequis viribus circa centrum, & via recta moveri adnitantur, flavus color enascitur, & ita de aliis coloribus.*

485. *Philosophi denique qui libere philosophantur, licet omnia, aut fere omnia Nevtoni experimenta admittant, & plurima ex* Cartesio *desumpta retineant; neque doctrinam, seu theoremata Nevtoniana ab experimentis deducta, neque Cartesianam sententiam probant. Quemadmodum igitur sonos, eorumque discrimina per diversas aeris vibrationes, majores, minores, frequentiores, rariores, tensiores, vividiores, pluribusque aliis modis affectas, & modificatas explicamus; ita etiam colores, & colorum discrimina per multiplices aetheris oscillationes, vibrationumque modificationes, & affectiones explicant: Perfectam igitur analogiam*

(a) *Vossius de Natura lucis.*

gitam inter lucem, & sonum; inter colores, & tonos; inter vibrationes aeris, & materiæ ætheræ agnoscunt.

Porro Cartesianam sententiam, eo sensu usurpatam, quo eam proposuit Descartes, omnino prætermitto; cum enim auctoris hypothesi circa lucem, & materiæ secundi elementi tota innitatur; eam vero hypothesim, & pressionem superius rejecerimus; operæ pretium non est in hoc argumento ulterius immorari.

Mentem meam sequentia exponent: ut tamen ordine procedamus; prius illa, quæ apud omnes certa sunt, statuamus.

OBSERVATIO.

486. *Ex cæruleo, & flavo permixtis omnes virides colores generantur: ex flavo & rubro omnes aurantii: ex rubro, & cæruleo omnes violacei; ut nemo pictorum ignorat. Tres propterea hi colores sunt compositi, non primitivi, aut simplices. Neque dici potest, id evenire in pictorum coloribus, non vero in aliis: omnes enim colores v. g. virides sunt ejusdem naturæ: quod si aliquid inter colores a pictoribus adhibitos, & alios a prysmate generatos statuendum esset discrimen; ii procul dubio sinceriores pronuntiandi sunt, qui a pictoribus adhibentur. Hinc est, quod plurimi physici, alias Neutoniani, etiam post Neutonum, tres tantum esse colores primitivos existiment, quos aliorum fundamenta, principia, & elementa nuncupant*, rubeum, cæruleum, flavum: *cæteros vero, quos demonstrat prysma, mixtos, seu compositos esse fatentur. Ita rem statuit* Hartsoeker (a), Du-Fai (b), *& nonnulli alii.*

PROPOSITIO XXIV.

487. *Colores ab objectorum, seu corporum superficie, & a diversis modificationibus, quas inibi patiuntur luminis radii, plurimum pendent.*

Lux enim per se ipsam, si a nullo corpore reflectatur,

(a) *Cours de Phys. liv.* 2. *c.* 4.
(b) *Mem. de l'Acad.* 1737. *pag.* 267.

ſtatur, refringatur, modificetur, aut ſeparetur, nullum habet, ſeu potius in nobis excitat colorem, hoc eſt coloris ſenſum; ſi albedinem, ſeu potius vividum ſplendorem excipias; qui omnium fere ſententia inter colores non numeratur. Objectorum enim vero ſuperficiebus, partium ſcilicet figuræ, texturæ, magnitudini, & ordini referendum eſt, quod alios præ aliis habeant colores: in quocumque tandem illi conſiſtant. Cum enim ab eodem lumine illuſtrentur; colorum diverſitas a lumine ſolummodo repeti non poteſt. Corporum ſuperficies eatenus in colores, & colorum diverſitatem influit, quatenus radii luminoſi ob variam particularum, ſuperficierum figuram, & ſcabritiem, poros & alia id genus accidentia, in corporibus reflectuntur, ſeparantur, imbibuntur, modificantur: unde innumeri naſcuntur colores. Corpora etiam plurima, quæ nullius ſunt coloris, paſſim colorantur, colorata vero colores ſæpiſſime variant, & in alios mutant. Ob id ſolummodo, quod notabilis in eorum ſuperficie fiat mutatio, ex qua luminis radii aliter, atque antea, modificati regerantur. Exempla ſunt paſſim obvia; aqua, aut liquores cæteri pellucidi, & nullius proinde coloris, ſi nimium agitentur, ut in plurimam ſpumam abeant; albeſcunt. Pellucida corpora ſolida, & dura, ſi in pulverem redigantur, pelluciditatem deperdunt, colorem acquirunt. Innumera item corpora, ſi cum aliis permiſceantur, colorem novum adquirunt, antiquum deperdunt, aut immutant.

PROPOSITIO XXV.

488. *Colores univerſim omnes, ſeu cauſſa externa in nobis excitans coloris ſenſum non modo a radiis luminoſis maxime pendent, ſed ipſimet radii exiſtunt.*

Hæc propoſitio a nemine in dubium hodie vertitur cum nullus jam ſit, qui colores in qualitate conſtituat. Equidem omnes colores ſunt ejuſdem rationis tam permanentes, quam apparentes; cum igitur colores apparentes ſint proculdubio radii luminoſi; idem de permanentibus dicendum eſt. In re phyſice indubia non amplius immoremur. Quod ſi aliquis tibi puerilia hæc opponat; colores eſſe in objectis permanentes; noctu etiam, omni luce excluſa, proprium

prium colorem corpora servare ; poetæ, non philosophi esse illud, *nox abstulit atra colores* : si hæc, inquam, aut alia ejusdem furfuris opponantur ; illa omnia seria responsione non digna, rudi plebi credenda relinque. Ex inferius dicendis constabit, colores, & sonos eodem modo esse in objectis ; per seseque vana esse indicata modo præjudicia.

PROPOSITIO XXVI.

489. *Color albus, albedo, seu splendor est vivida lux a corpore luminoso, aut illuminato emissa, reflexa, & vibrata ; Illa proinde corpora sunt, & apparent alba, quorum superficies ita sunt contextæ, ut a singulis fere partibus lumen copiose versus omnes partes vibretur, & emittatur.*

Lux pura, sincera, & vivida, qualis a sole vibratur, hunc refert colorem : & ita oculum afficit, ut albedinis sensationem in nobis excitet, eo quidem intensiorem, & clariorem, quo intensius, copiosius, & vividius fuerit lumen a luminoso evibratum ; adeo ut, splendorem, & albedinem proprium esse luminis colorem, & affectionem, videatur. Corpora igitur illuminata, a quorum superficie ad oculos regeritur, & evibratur lumen copiosum, intensum, vividum, alba procul dubio apparent ; & si lumen eo modo versus omnes partes emittant ; album colorem habebunt, 2. Quodcumque luminosum, aut illuminatum corpus eo magis emicat, splendorem, & albedinem refert, quo vividius lucet, copiosius, & intensius lumen diffundit : contra vero, decrescente luminis intensitate ; alboris etiam, & splendoris vis decrescit ; ut in sole, & corporibus illuminatis passim observamus. 3. Notatu dignum est, quod cum ad vitri, aut crystalli illuminatæ punctum illud oculos intendimus, quod ad nos lucem regerit, notabilem in eo puncto splendorem, & albedinem perspicimus : si igitur idem vitrum, aut quodcumque aliud corpus ex singulis punctis ad omnes partes similem evibret lucem, album procul dubio apparebit. 4. Alba corpora a sole vivide illustrata, oculos ita feriunt, quod est solis, seu vividæ lucis proprium, ut in illustria hæc objecta collineare diutius non possimus.

COROLLARIUM I.

490. Corpora igitur alba illa sunt, quorum superficies constant ex partibus insensibilibus lævigatissimis ad instar speculi, fere rotundis, aut polyedris, sibi perquam vicinis, & ita dispositis, ut aliæ aliis nimium non promineant, aut deprimantur; sed possint radios luminis versus omnes partes regerere, & emittere. Hoc enim necesse est, ut lucem copiose, & vivide versus omnes partes reflectant. Plurimæ scabrities, sinus radiorum resistentiæ nimium officerent: fieret enim, ut radii introrsum repellerentur, & intra corpus imbibiti evanescerent. Si vero in lævigatissimam superficiem partes sese accommodarent, & superficiem politissimam, seu perfecte planam componerent; unicum punctum nobis appareret, & lumen remitteret, ut in corporibus politis passim observamus. Posito vero, quod minima superficiei corpuscula sint totidem veluti specula, quorum facieculæ omnes partes respiciant; versus omnes partes lucem regerent.

491. Oppones: Copiosius, & vivacius reflectitur lumen ex adamante, & aliis gemmis pretiosis, quam ex nive v. g. & aliis corporibus albis: illa tamen inter alba non recensentur. Respondeo, gemmas lumen quidem vivacius ex singulis punctis ad singulas partes ordinate regerere, non versus omnes: unde est, quod unicam adamantis partem rutilare videmus; id autem ad corporis albedinem minime sufficit: opus est, ut radii luminis ex singulis superficiei punctis copiose versus singulas, & omnes partes evibrentur; aliter non totum corpus, sed una tantum illius pars apparet alba, aut rutilans.

COROLLARIUM II.

492. Hinc est *Primo*, quod marmor nigrum, & alia corpora ejusdem coloris, si in pulverem conterantur, & redigantur minutissimum; albedinem quamdam adquirant. 2. Aqua, liquoresque cæteri, immo & attramentum, aliaque liquida nigra, si nimium agitentur, in spumam albam degenerant: quæ quidem spumæ ex innumeris parvis bullulis lucem

qua-

quaquaverfum reflectentibus componuntur. 3. Corpora alba difficilius multo calefcunt, ignem concipiunt, & inflammantur radiis folaribus in fpeculi uftorii foco expofita, quam corpora nigra. Prima enim radios luminis, qui calorem & ignem excitant, atque etiam exiftunt, ex fefe regerunt, & intra fe non admittunt: maxime vero fecunda, ut ftatim explicabimus. 4. Ob eamdem rationem, coloris albi veftimenta ferica, lanea aut linea melius nos a folari calore, quam veftimenta nigra defendunt; faciliufque, & melius primis, quam fecundis nimios folis ardores vitamus. 5. Albedo, ficut & fplendor, gradatim crefcit, & diminuitur; prout objectorum fuperficies magis illuminantur, & lumen regerunt.

PROPOSITIO XXVII.

493. *Nigredo in lucis privatione confiftit: illaque corpora funt aut apparent nigra, ex quorum fuperficie illuminata nulli, aut pauci luminofi radii remittuntur.*

Nigredo utique, & albedo inter fe maxime opponuntur: ficut igitur illa in pura luce confiftit; hæc ex oppofito in lucis defectu pofita eft: nigredo fcilicet ad tenebrarum naturam accedit, quæ omnis luminis abfentia funt, atque privatio. Et hinc eo magis remittitur albedo, & intenditur nigredo, quo magis remittitur lux, aut minus ab objecto reflectitur. 2. Corporis fuperficies nigra apparet per id folummodo, quod nullum habeat colorem; cum igitur colores, ut jam diximus, in luce a fuperficie corporis remiffa confiftat; liquido infertur, nigredinem in luminis privatione fitam effe. 3. Corpora quæcumque fpectatori apparent nigra; fi nihil luminis ad eum regerant: licet aliunde fint vivide illuminata: id perfpicuum apparet, fi apertam feneftram eminus fpectemus; ejus enim fpatium, licet a fole illuminatum, tamquam macula quædam nigra in pariete confpicitur. Similiter fpatia cæleftia extra umbram terreftrem funt a fole femper illuminata: quia tamen nullam ad nos verfus terram lucem remittunt; noctu obfcura, & nigra maxime apparent. Idem quotidie obfervamus, fi ftagna, aut mare eminus fpe-

stemus: si igitur nullam, aut modicam solam lucem reflectant corpora; nigra apparebunt.

COROLLARIUM I.

494. Hinc est, quod objecta nigra oculos non offendunt; maxime vero alba. Prima enim debiles tantum radios, & parum efficaces reflectunt; non ita vero secunda. Unde plurimi sunt, qui ob continuam alborum corporum præsentiam, & visionem, eum sensum penitus amiserunt: ut de *Xerxis* militibus, qui aliquot diebus per montes nive coopertos iter egerunt, referunt historici. Ob eandem rationem, qui latiorem habent pupillam, plurimosque radios per eam admittunt, noctu quidem citra offensionem, & molestiam intuentur, minime vero interdiu; nisi in umbroso loco, & ad objecta nigra, vel parum lucentia oculos intendant. Reliqua corpora colorata, inter nigrum, & album intercedentia, minus, magisve oculos feriunt, prout vividiorem lucem in oculos regerunt, aut debilius, & remissius splendent.

COROLLARIUM II.

495. Insensibiles illæ particulæ, & minima corpuscula, quæ nigram superficiem componunt, contraria penitus ratione sunt disposita & figurata, atque albæ superficiei partes: plurimos inter se poros, sinus, & insensibiles cavernas intercipiunt, per quas radii luminosi introrsum absorbentur, & intra corpus deperduntur; plurimis monticulis eadem superficies exasperatur, ex quibus innumeræ umbræ in interruptos sinus cadent; umbræ enim ad nigredinem propius accedunt. Eo de capite, cæteris quidem paribus, corpora nigra albis leviora sunt; propterea quod pluribus poris constant. Multo etiam facilius nigra corpora in speculi caustici foco locata calorem, & ignem concipiunt ob indicatam modo, & superius jam expositam rationem.

496. Nigra corpora, & nigredo quemadmodum de albis, & albedine jam diximus, non eundem intensitatis gradum habent. Id autem ex corporum super-

perficie, & copiosiori, vividiorique luce in easdem superficies illapsa dependet: ut de corporibus albis similiter diximus. Si corpus, aut superficies nullos penitus luminis radios regereret; esset perfecte nigrum, umbrosum, immo & tenebrosum. Nullum autem hujusmodi corpus reperitur in natura; extra dubium enim est, bene multos lucis radios in solidas superficiei partes illapsos repelli. Sicut igitur nullum est corpus perfecte album, eo quod plurimos radios absorbeat, ita & nullum perfecte nigrum, propterea quod aliquos etiam radios repellit, & regerit.

COROLLARIUM III.

497. Et hinc verisimile est, quod de homine quodam cæco affirmat Pater *Fabri* oculatus testis (a), eum scilicet tactu marmor nigrum ab albo discernere. Delicatissimo sensu id superficierum discrimen, & diversa textura percipi potest; licet ejusmodi perceptio, & subtilis sensus communem organorum humanorum texturam longe superet.

Quod si quis incredibile reputet, tantum inter albi, & nigri marmoris lævigatissimas superficies intercedere discrimen, ut ab una quidem reflectatur lumen, absorbeatur ab alia; is utique parum ad nostrorum sensuum imperfectionem, & ad infinitam fere materiæ subtilitatem attendit. Sensus nostros hæc penitus fugit. Superficies, quæ relatæ ad nos, & instrumenta nostra sunt lævigatissimæ, relatæ ad lucem sunt maximæ scabrosæ, & altissimis montibus horridæ.

PROPOSITIO XXVIII.

498. *Licet omnia illa teneamus, quæ circa lucem, & colores, experimenta Newtoniana, & aliorum demonstrant, deductam tamen inde colorum theoriam multiplici de capite rejicimus.*

Primo enim expositum systema supponit necessario *Epicuri* sententiam circa lucis emissionem a sole: ac proinde iis omnibus difficultatibus gravissimis subest, qui-

(a) *Fabri tract. de Coloribus.*

quibus illa validiſſime impugnatur. Scio *Nollet Epicuri* ſententiam circa lumen omnino rejicere, Neutonianam tamen de coloribus opinionem amplecti; verum præclarus ille in rebus phyſicis philoſophus, difficultates neque ſolvit, neque etiam ſibi proponit: in idque ſolummodo collineat, ut argumenti amænitate lectores oblectet, atque inſtruat. Minime quidem dubito, a plurimis aliis phyſicis id ſyſtema amplectendum, niſi prædictam Epicuri ſententiam illud ſecum neceſſario traheret.

499. 2. Admiſſis omnibus illis, quæ experimenta demonſtrant; ex iis inferre, aut probare nullo modo poſſemus, 1. heterogeneam radiorum ſeu particularum diverſitatem in diverſa particularum ſolarium magnitudine poſitam eſſe. 2. In qualibet parte ſphæræ luminoſæ, immo & ſpatii illuminati ſeptem illas radiorum, ſeu particularum ſpecies reperiri. 3. Quodlibet luminoſum v. g. ſolem, ſtellas, candelam ceream, flammam ſeptem illas radiorum ſpecies, & colorum continere. Quid enim, ſi hæc negemus? ſunt igitur puræ hypotheſes, nomen Neutoniano in ſyſtemate odioſum.

500. 3. Septem ſpectri colores per pryſma mutare nunquam potuit *Neuton*, neque Neutoniani, & hinc immutabiles eos eſſe, primitivos, ſimplices, & luci intrinſecos inferunt: at non bene hoc modo argumentaremur: *Neutoniani colores hactenus per pryſma mutare non potuerunt; ergo non poſſunt mutari*. Quid enim? alii eos jam mutaſſe contendunt, ut ſupra retulimus. Deinde etſi pryſmate eam mutationem conſequi non poſſemus; non bene id per alia etiam inſtrumenta, & corpora aſſequi non poſſe concluditur. Unde enim habetur, pryſma eſſe inſtrumentum ad lucis analyſim aptiſſimum, & naturæ organum ad id muneris a natura ipſa ordinatum? Unde etiam habetur, quod a natura eæ induci nequeant in materiæ particulas mechanicæ affectiones, ſeu, ut dici jam ſolet, mechaniſmus, quem nos deinceps arte noſtra deſtruere, aut mutare nequeamus? Pone igitur a me libenter dari, aliquem colorem v. g. *rubeum* eſſe a nobis prorſus omni arte immutabilem; rectene inferes, eum colorem in mechaniſmo a natura inducto non conſiſtere? Si ita arguas; ab innumeris philoſophis irrideberis, qui unum ſtatuunt omnium

nium corporum naturalium materiam esse homogeneam, totamque eorum corporum diversitatem a mechanismo pendere; eum tamen ab artificialibus causis immutari non posse contendunt. Neutoniani ipsi hanc sententiam non rejiciunt. Essentiale discrimen inter septem particularum lucis, seu septem colorum species primitivas a Neutono, & hominis sectatoribus asserta in mechanicas tandem affectiones resolvuntur molem, figuram, densitatem, & similia: quid enim non mechanicum hæc nomina significant? Et tamen secundum hosce philosophos mutari a nobis nequeunt ii colores: hoc est, mechanicæ affectiones materiæ. Concludi igitur merito debet, neque prysma certum & proprium esse colorum criterium, neque colorum immutabilitatem certum esse argumentum, ut illos ope diversi mechanismi explicari non posse affirmemus; neque tandem colores esse vere immutabiles.

501. 4. Sed colorum mutabilitati insistendo, arguo: Experientiis quotidianis, & notissima omnium pictorum arte omnino constat, ex cærulei, & flavi permixtione fieri omnes colores *virides*; ex flavo, & rubeo omnes *aurantios*; ex rubeo, & cæruleo omnes *violaceos*: ex hac notissima observatione infero primo, colores *viridem*, *aurantium*, *violaceum* non esse simplices, aut primitivos, sed ex aliis compositos: ii autem in 7 prismatis coloribus numerantur: ii igitur septem colores non sunt omnes primitivi, & simplices. Infero secundo, colores *cæruleum*, *flavum*, *rubeum* varie inter se combinatos, & permixtos in alios permutari. Scio Dominum *Newtonum viridem* pictorum colorem esse compositum admittere; *viridem* tamen spectri simplicem, & primitivum esse contendere. Utrumque tamen colorem ejusdem esse naturæ, ratio ipsa suadet, & experimento confirmatur; Viridis enim color post prysma apparens, ex flavi, & cærulei permixtione generatur. Adde etiam illas radiorum seu colorum prysmatis mutationes, quas in experimentis suis observavit *Mariotte*, & nos supra retulimus: ratione igitur, & experimentis constat, colores neque simplices, neque immutabiles esse.

502. 5. Septem spectri colores in unum coeuntes album efficiunt: hinc tamen inferri jure non potest,

al-

album, seu lucem septem illos colores proprie continere: cur enim non inferatur, album, seu lucem in septem illos colores modificari, licet eos non contineat?

503. 6. Ex eo, quod radii per prysma varie refringantur, & colorentur; perperam infertur, lucem per naturam suam esse heterogeneam, & coloratam; etenim ut recte argumentatio procederet, opus esset, ut nullo alio modo ea phænomena explicari possent, quod est falsissimum.

504. 7. Corpus violaceum v. gr. violaceos radios reflectit, omnes vero alios heterogeneos absorbet; & intra se imbibit; id tamen neque explicari potest; neque est verum. Si enim ita poris perforata est superficies violacea; ut per eos absorbeat radios, seu particulas luminis rubeas, virides, cæruleas violaceis, juxta Neutonum, magnitudine majores; cur per eademmet foramina violaceas particulas; aliis minores, non admittat? Deinde si superficies violacea radium quemcumque, rubeum, viridem, cæruleum &c. per prysmata ab aliis radiis separatum recipiat, apparet rubea; viridis, aut cærulea &c. ut experimento comperit Neuton; & omnes alii post Neutonum: radios igitur rubeos, virides, cæruleos reflectit, & quidem copiosissime: cur igitur eos item radios non regeret, cum a sole omnibus radiis permixtim illuminatur? Uno verbo, corpus rubeum v. g. radios omnium aliarum specierum copiosissime reflectit, perinde ac radios rubeos: ergo falsum est; quod reflectat rubeos, cæteros vero imbibat. Consequi etiam videtur, corpus quodcumque ex oppositæ sententiæ principiis videri debere album. 2. Citra fundamentum adstrui, superficiem certi cujusdam coloris ejus coloris radios tantum, vel præcipue solum reflectere.

505. 8. Si omnia phænomena, quæ circa lucem observavit Nevton; & alii superius citati ratione mechanica explicari possunt; perperam statuuntur radii natura sua heterogenei: id enim nihil esset aliud, nisi qualitatem occultam absque ulla necessitate statuere; at supradicta phænomena mechanice explicari posse, statim evincemus.

506. 9. Ponunt Nevtoniani, septem omnino distinctos colores a prismate exire, simplices, primitivos, immu-

immutabiles: id tamen est falsum: depinguntur il quidem omnes in spectro; seu charta radios excipiente in magna a prismate distantia; in qua illos semper excipiebat; & observabat Nevton: at si propius ad prysma, ad unius; aut duorum; aut trium pedum ab illo distantiam rem examinemus; ut examinavit *Castell*; & alii; longe aliter se res habet (ut nihil dicam de spectro ad magnam distantiam observato; in quo flavum colorem omnino evanescente comperit *Rizzetus* (a). In parva illa distantia non septem colores ordine superius descripto apparent; sed eorum loco visitur phænomenon C A B Z X (*Fig.* 41.) In eo autem totum spatium B; seu A R X nullum habet colorem; sed est lux pura; minus quidem vivida, quam ante refractionem: duo extremi radii A C, X Z exeunt colorati: primus quidem *rubeus*, X Z *violaceus*; A R *flavus*; X R *cæruleus*; R O, R N *virides*: spatium inter A S; & A R iis gradatim mixtis coloribus depictum apparet, qui ex rubro; & flavo componuntur: spatium inter X Z; X R eos item colores habet, quos violaceus; & cæruleus componunt: A prysmate igitur non exeunt septem colores: habemus deinde lucem per prysma transmissam, & refractam, quin ullum habeat colorem; & tandem colores; quos Nevton primitivos vocat; ex aliis compositos esse liquet; ut est color *viridis*:

507. 10. Si vera esset Nevtoniana doctrina; radius lucis ab objecto colorato, rubro v. g. reflexus, & per foramen intra cameram obscuram admissus, per prysma traductus, & in charta demum exceptus, unum tantummodo colorem rubeum in charta exhiberet: id tamen est falsum. Rogatos hic velim eos omnes, qui experimentis dant operam, ut radios ab objectis coloratis emissos attente, ac sedulo examinent, & perinde, atque sinceram lucem, tractent: Ejusmodi radii, a quibuscumque corporibus proveniant, proprios suorum objectorum colores servant post prysma; in eorum vero extremitatibus; fissuris, juncturis, & qualicumque superficierum divisione, aut interruptione (hæc enim omnia pro super-

(a) *De luminis affectionibus lib. 1. cap. 2.*

perficierum extremitatibus impræsentiarum habenda sunt) iidem colores visuntur, qui in figura modo explicata demonstrantur: Idem plane observatur, si oculo ad prysma prope admoto, per illud objecta intuearis.

508. Si tamen oculum a prysmate sensim removeas; objectum interea conspiciens; luminosæ, & coloratæ objectorum extremitates, seu colores sensim magis, & magis ampliantur, quoad totum objectum cooperiunt, propriique objectorum colores disparent. Idem erit, si chartam sensim a prysmate removeas, exhibitum in illa phænomenon observando. Prysma igitur eosdem semper generat colores, qualescumque sint radii, & objectorum, a quibus proveniunt, colores, aut lux pura: at ista omnia in Neutoniano systemate explicari non possunt, ut ex se patet.

Porro *Nollet*, quem hæc argumenta, & observationes latere non poterant, iis ne leviter quidem delibatis, Neutoniana experimenta repetit, & explicat, nihil de doctrina lucis, colorumve theoria sollicitus, sed ad effectus tantummodo attentus.

PROPOSITIO XXIX.

509. *Colores per varias radiorum luminis vibrationes, & vibrationum modificationes tonis analogas congrue explicantur; in iisque consistere videntur.*

In hanc tandem opinionem magnus Physicorum numerus inclinat: eaque ex iis primo rationibus suadetur, quibus oppositam sententiam rejecimus. Deinde mechanicis particularum luminis affectionibus producuntur, atque explicantur omnia colorum phænomena. Primo enim visio, sicut & omnes alii sensus, ad tactum reducitur, atque est quidam tactus, motio, & impressio ab objectis in oculorum organis facta, qua posita, spirituales in anima perceptiones objectorum enascuntur: cum igitur prodigiosa diversorum colorum sit varietas (plusquam 145 enumerat *Castel*); singuli autem colores, seu colorum species, singulas in oculis impressiones efficiant, in anima perceptiones excitent; necesse prorsus est, ut unusquisque color peculiari ratione oculorum retinam, & nervos pulset, commoveat, & afficiat, ut peculiaris etiam singulorum colorum perceptio in anima sub-

subsequatur: hoc enim pacto in tactu, & aliis sensibus, præcipue vero in sono, tonis, & harmonia rem evenire experimur. Hujusmodi autem modificationes, & variæ prorsus, multiplicesque vellicationes, & affectiones ab objectorum, & superficierum diversitate mediis vibrationibus luminis per aerem diffusi in oculo efficiuntur. Pro colorum quippe, & coloratorum corporum varietate, atque distinctione varia etiam est, & diversa ipsorum corporum superficies, particularum, pororum, sinuum & cuspidum superficiem ipsam componentium magnitudo, figura, situs, dispositio, mollities, elaterium, & id genus alia: Lux igitur in hujusmodi superficies impingens, pro earum superficierum varietate diversis plane modis frangitur, flectitur, regeritur, & in oculos evibratur: aliæ enim superficies lentius, aliæ crebrius, hæ vivide, copiose, prompte, illæ autem languide, parce, remisse lucem evibrant; milleque aliis modis, & ratione, quam non assequimur, lucem ipsam seu vibrationes temperant, modificant, afficiunt; oculos, seu oculorum retinam, & nervos pulsant, vellicant, commovent, ut ad singulas hasce distinctas vellicationes distinctæ etiam in anima subsequantur ideæ, quas colorum perceptiones, & colores proprios nuncupamus.

510. 2. Equidem mediis hisce modificationibus, vellicationibus, pulsationibus diversis a corporibus per medium usque ad manum nostram v. g. translatis, corporum ipsorum diversitatem tactu percipimus; quicumque enim, licet sit cæcus, baculo pavimentum aut solum multiplici corporum genere ornatum, aut distinctum tangit, & pulsat, mediis modificationibus a corporibus in baculo impressis, & per baculum in manum translatis corpora discernit, & eas in se ideas, & perceptiones elicit, quas tactum, seu perceptiones per tactum vocamus. Cæcus scilicet baculo tangens corpora, illud, inquit, est durum, hoc molle, istud durius, aliud fluidum, hoc asperum, illud aliud blandum, illa est aqua, id aliud terra; modo tango herbas, nunc paleas, postea arenam: superficies igitur, statum, & diversitatem corporum cognoscit anima per tactum: Analogo prorsus modo res se habet in corporibus, & superficiebus lucem versus oculos, velut baculum impellentibus

ac regerentibus. Unde sic efformabis argumentum: omnia, & singula corpora, atque superficies diversæ eodem instrumento contrectatæ, & nos contrectantes; pro illorum diversitate, diversos in nobis tactus, & perceptiones per tactum generant: pari igitur modorum varietate afficiemur, vel corporum superficies baculo manum contrectent, vel lumine oculos feriant. Corpora autem, quæ diversos habent colores, diversas etiam habere superficies, res est certo certior; & supra a nobis stabilita: id solum intercedit discrimen, quod per oculos, sensum omnium delicatissimum, clarissime objectorum impressiones, & impressionum discrimina percipit anima. Clarissima hæc impressionum in delicatissimo sensu factarum perceptio nuncupatur visio; perceptio autem discriminum ipsarum impressionum est visio, seu perceptio colorum.

511. 3. Eadem veritas luculentius adhuc exemplo, & analogia sonorum suadetur, & explicatur. Inter auditum enim, & visum; auditionem, & visionem; sonum, & lucem; tonos, & colores clarissima adeo, & perfecta analogia intercedit, ut eandem prorsus esse eorum omnium rationem, & naturam merito concludi debeat. Eam porro analogiam, & sonorum, colorumque concentum mirabilem fuse exposuit, & demonstravit *Castel*: eoque rem deduxit, ut ad sonorum similitudinem inter colores etiam peculiarem harmoniam, & musicum concentum stabilierit: quoddam etiam fidiculare organum ea arte construxit, ut ad singulos chordarum sonos sui etiam responderent, & oculis apparerent colores; dumque aures musico sonorum concentu recrearentur, simili colorum harmonia oculos pasceremur.

512. Quidquid tamen sit de indicato colorum organo, mirabilem illam analogiam, & consonantiam exponamus, atque ulterius promoveamus. 1. Sonorum corpus sonum emittit quaquaversum in orbem: idem efficit luminosum. 2. Sonorum sonos emittit, creat, & circumquaque diffundit per vibrationes medio communicatas: idem in luminoso observamus. 3. Sonorum corpus producendo sonos non minuitur, neque aliquid materiæ deperdit: idem in luminoso v. g. sole visitur. 4. Soni per medium propagati sensim decrescunt, & languent in ratione inversa quadratorum

tum diſtantiæ, & tandem pereunt: idem de lumine probavimus, & obſervamus. 5. Diverſiſſimi ſoni per eandem partem aeris in foramine v. g. exiſtentis ſimul tranſeunt, quin confundantur: idem de luminibus eſt veriſſimum. 6. Soni facillime generantur, propagantur, & remoto ſonoro extinguuntur: idem & in lumine. 7. Per ſonum, hoc eſt, vibrationes aeris anima remotiſſima objecta percipit: idem & per lucem, hoc eſt, per vibrationes auræ ætheræ, ſeu aeris ſubtilioris. 8. Sonus, hoc eſt, vibrationes aeris refringuntur, reflectuntur, divergunt, in focum coeunt, intenduntur, debilitantur: idem & de lumine, ſeu vibrationibus auræ ætheræ ratio, & experientia demonſtrat. 9. Per aerem maxime propagatur ſonus: ſimiliter & lumen. 10. Corpus ſonorum eaſdem ſemper vibrationes uniformes, & uniſonas edens, aut regerens, puram, & uniſonam vocem, ſeu ſonum nullis tonis, aut differentiis modificatum format: luminoſum, aut illuminatum corpus eaſdem ſemper vibrationes uniformes, & conſtantes producens, pura etiam luce fulget. 11. Vibrationes diverſæ ſoni efficiunt diverſos ſonos: vibrationes diverſæ luminis ſunt colores, ſeu efficiunt diverſas luces, ſeu lucis ſonos. 12. Multiplex vibratio aeris eſt harmonia ſonorum; multiplex luminis eſt harmonia colorum. 13. Sonos referimus in objecta, licet in iis ſint puræ vibrationes: colores ſimiliter referimus in corpora; licet in iis ſint tantum puræ modificationes lucis, & vibrationes. 14. Corpora pro diverſitate ſuæ texturæ, aut tenſionis, dum eodem modo percutiuntur, diverſas edunt vibrationes, ſonos, tonos, harmonias, ut viſitur in chordis, in echo; corpora etiam, ſeu ſuperficies corporum pro diverſitate ſuæ texturæ eodem modo a lumine pulſatæ diverſas reddunt vibrationes, ſeu lumen, & totam colorum harmoniam efficiunt. 15. Duo corpora v. g. chordæ ad uniſonum tenſæ eundem reddunt ſonum, aut etiam tonum; quia eaſdem omnino vibrationes edunt: Duæ item, aut plures ſuperficies, quæ eodem modo, quaſi ad uniſonum, fuerint contextæ, eundem habebunt colorem, quia eaſdem vibrationes edunt, ſeu eodem modo reddunt acceptam vibrationem luminoſam. 16. Diverſæ vibrationes, aut modificationes aeris, ſeu ſoni ab echo

v. g. redditæ, sunt loquentis, seu respondentis toni, & harmonia; diversæ vibrationes, seu modificationes auræ ætheréæ], seu luminis sunt colores, colorumque gradus, & quasi toni, atque harmonia. 17. E vibrationibus aeris, seu sonis, & tonis aliæ recreant animam per aures, aliæ offendunt, & feriunt; E vibrationibus similiter auræ, seu coloribus aliæ per oculos animam delectant, aliæ offendunt. 18. Ex diversis instrumentis, seu sonis fit grata vibrationum soni, hoc est, tonorum harmonia: ex diversis etiam objectis, seu coloribus in eadem pictura fit etiam grata oculis, & animæ vibrationum, seu colorum harmonia. 19. Colores igitur existunt in objectis coloratis extra animam, ut soni in corporibus sonoris etiam extra animam: Colores, & soni proprie sunt perceptiones animæ, quibus anima percipit vibrationes, & actiones objectorum ad animam ipsam transmissas: in medio sunt variæ vibrationes aeris, aut auræ æthereæ; in objectis sunt & eædem vibrationes, & vibrationum diversarum causa: hæc vero causa in tensione, & texura partium remittentium vibrationes consistit: eodem igitur modo & soni & colores existunt in objectis, seu potius ad objecta referuntur ab anima. 20. Omnia igitur corpora, seu superficies coloratæ sunt totidem quasi chordæ diversis modis tensæ, a lumine pulsatæ, & pulsationes modificatas reddentes: seu totidem diversæ echones, in quas, quamdiu lux est, semper vibrationes emittuntur, ab iisque redduntur: corpora igitur colorata sunt instrumenta, chordæ, & echones lucis; chordæ & echones sunt colores soni. Pictores sunt totidem colorum, seu lucis tibicines: tibicines sunt totidem sonorum, & tonorum pictores. Longius multo promoveri posset mirabilis inter colores, & sonos analogia: dicta tamen, credo, homini a partium studiis libero nostræ propositionis veritatem suadebunt. In rem eamdem facit communis, & obvia hæc observatio: qui in obscuram cameram se recipit, postquam in solem recta collineavit; primo quidem lucem albam visu sentit, hæc sensim mutatur in aurantium, aurantius in rubeum, rubeus in viridem, viridis in cæruleum vertitur. Sensim etiam illi colores languescunt: iterumque citra ordinem percipiuntur. Id vero phænomeni non nisi ex

ex diversis motionibus in retina factis, aut diverso languescentis motionis gradu provenit: tandemque in diversas oscillationes res tota refunditur.

COROLLARIUM I.

513. Hinc facile intelligitur, colores, quemadmodum & soni, ab objectis maxime pendere; immo etiam qua ratione lux pura in superficiem opacam illapsa ab ea ad nos regeratur colorata. Pro mirabili superficierum varietate, & textura promptissimæ illæ, uniformes, vividæ & intensæ vibrationes superficiem percutientes debilitantur, languescunt; interrumpuntur, hebetantur; minusque vividæ, intensæ, uniformes, & promptæ, magis autem tremulæ, undulantes, & languidæ regeruntur; ad oculum perveniunt, & debiliores in oculorum retina, & nervis impressiones faciunt. Superficies a lumine perculsæ eam regerunt; aliæ tamen promptius, copiosius, magis uniformiter, & minus tremule, aliæ remissius, minus copiose, debilius. Similiter dum per pellucida corpora transmittitur lumen, seu oscillationes, in quibus luminis natura consistit; plurimum in hujusmodi transitu modificantur, imminuuntur, debilitantur. Refractione igitur, & reflexione natura luminis insigniter alteratur, & in colores vertitur.

COROLLARIUM II.

514. Quamdiu igitur neque objectorum superficies, neque lucis intensitas, & illuminatio mutantur; iidem semper sunt objectorum colores; eandem enim constanti lege lucem reflectunt, ejus oscillationes debilitant, afficiunt; unde permanentes corporum colores enascuntur. Variata autem superficie, illiusque particularum textura, mutantur etiam colores, ut variata tensione chordæ, variatur sonus: hæc superficierum, & texturæ mutatio multiplici de capite oritur, ut superius indicavimus. Variatur etiam aliquando color ob variatam luminis, & luminosi intensitatem, directionem, aspectum. Unde fit, ut superficies aliqua inconstanti lege lucem refringat, aut reflectat, & apparentibus coloribus vestiatur.

tur. Ex his potissimum capitibus colorum mutationes pendere, experimentis, & quotidianis exemplis edocemur: plurima corpora, quæ a sole illuminata viridem habent colorem, si noctu a candella illuminentur, erunt cærulea: alio item, & alio colore videntur corpora, si a sole, luna, candella, spiritu vini, aut sulphure inflammato illuminentur.

COROLLARIUM III.

515. Colores prysmatis, sive ii septem sint, qui ad magnam a prysmate distantiam exhibentur, sive illi, qui prope prysma aut in quacumque ab eo distantia apparent, sunt colores omnino novi, hoc est, in lumine ante refractionem, & reflexionem non existebant, sed a prysmate, & luminis modificatione occasione prysmatis in radiis facta generantur. Prope prysma apparent solummodo colores in luminis extremitatibus, & prope confinia lucis, & umbræ: lux liquidem media A R X a prysmate exit nimium intensa, parumque modificata; ac proinde in colorem adhuc non conformata: radii A C, A R, X Z, X R (*Fig.* 41.) seu oscillationes materiæ ea in parte plurimum a proxima umbra, hoc est, a quiescente, & non oscillante materia afficiuntur, modificantur, ac proinde in colores abeunt. Et hinc est, quod vividiores, & distinctiores sint colores in A C, X Z proxime scilicet ad umbras, quibus omnia spatia extra radium A C, X Z sunt offusa, ab iisque magis afficiantur: at in totis spatiis XZNR, A R O C gradatim distinguuntur, & apparent colores secundum majorem ab umbræ confiniis distantiam: gradatim quippe ab umbra recedendo, gradatim etiam luminis modificatio variatur, & minuitur. Hujusmodi modificatio ab umbræ confinio orta, magis, & magis per totum radium luminosum diffunditur pro majori a prysmate distantia: unde est, quod in magna distantia radii crassities, & massa diversis modis affecta eos colores exhibet, quos charta in experimento Nevtoniano demonstrat.

516. At nihil est umbra, repones; a nihilo autem, seu privatione pura affici non potest, & attemperari materia, & materiæ oscillationes, quæ sunt ipsa lux. Respondeo, Umbram physice spectatam

tam habere in se aliquid reale : cum enim lux sit materia subtilissima motu oscillationis acta ; umbra nihil est aliud , quam ætherea materia eo motu privata , seu relativa quies , & privatio ejus motus , & oscillationum in materia : quies autem corporis est aliquid physicum motui resistens, ut suo loco exposuimus ; ab ea igitur quiete seu umbra , & quiescente materia modificari , & affici potest peculiaris illa materiæ motio , in qua lumen consistit : recte proinde aliquo in sensu dici potest , colores esse mixturam quamdam , & temperamentum lucis , & umbræ. Id vero eo magis probatur , insimulque confirmatur nostra sententia , quod sui etiam in umbris sint , & observentur colores. Rem primus observavit *Buffon*. Umbræ matutinæ , & vespertinæ cæruleo ut plurimum visuntur vivido satis colore : sæpe etiam vividi. Sole prope horizontem existente , vividior est cæruleus , sese sensim elevante , sensim etiam languescit , cinereus magis , vel minus ad nigrum accedens evadit (*a*) . Cæruleum illum umbrarum colorem a calore aeris derivari , experimento comperit *Beguelin* , academicus Berolinensis .

COROLLARIUM IV.

517. Hinc recte etiam infertur primo , septem in experimento Nevtoniano esse veros colores ; eos tamen neque in heterogeneis radiis consistere , neque a prysmate exire ; sed a prysmate , & post prysma modo hactenus explicato generari . 2. Perperam septem radiorum , seu colorum angulos refractionis , & reflexionis in prysmate dimetiri ; quatuor enim tantummodo sunt anguli totidem colorum , qui prope prysma observantur. 3. Colorem cæruleum , & flavum non esse divergentes prope prysma , sed convergentes , ut observavit *Castel* . 4. Colorem viridem sub nullo angulo a prysmate exire , cum post illud ex aliorum mixtura componatur .

CO-

(a) *Memoires de l' Academie* . 1743.

COROLLARIUM V.

518. Tandem, ut alia plurima omittam, recte intelligitur, quo pacto cæci aliqui, ut a pluribus traditur, solo manuum tactu, quos haberent colores ea corpora seu superficies, quas tangebant, certissime divinabant. Id exquisitissimi tactus quasi prodigium de homine cæco refert *Franc. Maria Grimaldi* (a); oculis enim penitus obductis, ut omnis tolleretur suspicio, coram magno Etruriæ Duce objectorum sibi plurimorum corporum colores solo tactu discernebat. Quin immo adducta sericæ telæ fascia uniformiter quidem texta, sed multiplici diverso colore variegata, manum supra telam trahens, diversos, quos consequenter tangebat, colores citra errorem indicabat. In luce siquidem, coloribus, superficiebus & visione omnia ad tactum pertinent, & reducuntur. Cum igitur colores a corporum superficiebus maxime pendeant, qui delicatissimo tactus sensu prædici fuerint, ut superficierum differentias discernant, ii proculdubio colores solo manuum tactu etiam distinguent: omnes vero nos oculorum, seu retinæ tactu lucem percipimus, colores videmus, & discernimus; at aliqui fuere cæci homines, quibus natura defectum visus subtilitate tactus compensavit.

519. Opponitur contra hactenus dicta 1. Omnes septem colores post prysma apparentes sunt immutabiles: quidquid enim mutationis obtinendæ causa tentaverint *Newton*, *Muschembroek*, *Gravesande*, *Nollet*, radios separatos per alia prysmata transmittendo; rem assequi numquam potuerunt: ergo sunt simplices, primitivi, & a nullo mechanismo dependentes. Hoc argumentum, jam superius præoccupavimus: juxta ibi dicta concedo, & admitto a laudatis modo philosophis ope prysmatum radios non fuisse mutatos; satis tamen inde inferri, prædictos radios seu colores esse, aut per prysmata, aut per mutuam permixtionem, aut multiplici alia ratione immutabiles, omnino nego: ex una enim parte probari numquam poterit, mutationes & alia phænomena

---

(a) *In Physico-Mathem. de lumine, coloribus, & Iride.*

na colorum nulla melius ratione, & instrumentis tentari, aut obtineri posse, quam per prysmata. Secundo, per prysmata etiam colores mutavit *Mariotte*; per permixtionem mutant pictores, & mutant etiam prysma in communi experimento Neutoniano prope prysma ipsum examinato. Tertio tandem, licet colores statuantur esse immutabiles (quod tamen fieri nequit), in mechanismo non consistere, non probabitur, nisi primo probetur, omnem mechanismum a natura inductum posse a nobis mutari. Adde, nil mirum esse, si prysmata pura radii colorem ab alio prysmate donatum non mutent; cum enim sint ejusdem naturæ & texturæ; primam modificationem a priori prysmate inductam potius adjuvant, quam infirment.

520. Oppon. secundo: Radius rubeus v.g. ab aliis separatus, & in corpus quodcumque alterius coloris v.g. flavi incidens suum servat colorem rubeum, eodemque colore corpus ipsum flavum tingit: at si hujusmodi color consisteret in modificatione; illa proculdubio in superficie corporis flavi mutaretur, lux enim pura, & sincera in superficiem auri incidens eam illic modificationem acquirit, quæ flavum efficit, & exhibet, ac proinde lucis puræ oscillationes in oscillationes coloratas mutat: idem ergo eveniret in radio rubeo. Respondeo: lux pura, modificata, & colorata, qualis est radius rubeus, in coloratas superficies incidens, priorem aliquando colorem, & modificationem mutat, servat item aliquando, prout antiquæ modificationis magis, vel minus tenax fuerit materia, vel ad priorem ipsam modificationem mutandum majores, vel minores habeat vires nova in novum corpus impactio, atque reflexio. Lux pura peculiarem coloris modificationem non habet: multo igitur facilius in superficiebus colorabitur lux pura, quam novum acquirant colorem colorati jam radii: lux etiam ipsa pura in quamplurima corpora incidens, qualia sunt omnia alba, non coloratur; in alia vero allabens varios acquirit colores. Deinde; ut soni exemplo rem etiam explicemus, eadem rupes reddit omnes tonos, hoc est, sonos, jam modificatos, & attemperatos. Ergo & eadem superficies colorata (quæ est Echo, seu color soni) reddet plures tonos lucis, hoc est, plures co-

lores: utrumque enim consistit in tremoribus, & oscillationibus medii.

521. Opponitur tertio. Septem radii colorati prysmatis habent diversas refrangibilitates, immo eas habent constantes: ergo sunt heterogenei, & a mechanicis affectionibus omnino non dependent. Respondeo: hoc etiam argumentum jam superius diluimus: nego igitur esse in luce particulas heterogeneas, aut diversis coloribus diversos competere refrangibilitatis, & refractionis angulos: nego deinde radios omnes exire a prysmate coloratos, aut omnes divergentes: postrema hæc duo experientia ipsa demonstrat: colores vero eodem semper ordine in magna a prysmate distantia depingi, & ita semper apparere, ut diversam habere refrangibilitatem videantur, ex eo oritur, quod in diversis ab umbra, & a prysmate distantiis per diversas modificationes, vel colorum convergentium permixtiones diversi fiant colores.

522. Unde tamen est, repones, quod radii a prysmate recedendo semper magis, & magis amplientur? Nisi enim essent diverse refrangibiles, emitterentur paralleli etiam post prysma; sicut paralleli in prysma inciderunt. Si ergo paralleli in prysma inciderunt, post prysma vero divergentes emittuntur; id rei habent, quod ex eorum natura diverso modo refringantur. Respondeo: aliud esse (& longe quidem diversum) emitti post refractionem divergentes, aut per naturam suam diverse refringi. Codicem foliorum chartæ ita ab uno extremo manu tene, ut folia alia ex parte libere deorsum flectantur, omnia folia versus medium deorsum flectuntur, & curvantur; quæ est vera eorumdem fractio: modo sic: folia omnia sunt homogenea; ante flexum, & fractionem sunt parallela, post refractionem vero sunt divergentia; quæ inferiora sunt, magis flectuntur, & franguntur, quam superiora: inferemusne ex hoc communissimo experimento, chartæ folia esse heterogenea, aut per naturam suam diverse frangi? Si ergo mechanicam rationem habemus in natura & observationes indubias, ex quibus constat, corpora homogenea diversis modis sæpe refringi; quin ex diversis hisce refractionibus diversas refrangibilitates inferre liceat; quare in lucis exemplo occultas alias causas ad rem mechanice clarissimam explicandum

sup-

supponemus? Radius ille in prisma incidens ex innumeris fere radiis componitur; singulos hosce simpliciores radios tamquam singula chartæ folia considera, & rem clare percipis solo mechanismo inductam.

LECTIO XI.

VISIONIS SENSUS;

SEU

PHYSICA AC MECHANICA ILLIUS CAUSA ET MODUS.

ATQUE

GENERALES HUJUS SENSUS PROPRIETATES.

§. I.

Oculorum descriptio.

523.[*] Quo pacto objecta videamus, atque perficiatur visio, intelligi omnino non potest, nisi perspectam prius habeamus oculorum ipsorum naturam, seu structuram, & partes. Duo illa notissima humani corporis organa, quæ oculos nuncupamus, & quorum alterum repræsentat figura, ex pluribus partibus componuntur; quarum aliæ sunt externæ, ad id a natura datæ, ut internas, quæ *Oculus* proprie vocantur, foveant, tueantur, iisque subserviant: aliæ internæ, quæ *Bulbum* oculi componunt: a postremis ipsis incipiamus.

524. Oculus ab interioribus suis partibus compositus figuram habet ad sphæricam prope accedentem, nisi quod in anteriori parte pupilla aliquantulum protuberat, efficitque, ut oculi sint paulo longiores, quam lati. Osseis loculamentis includuntur, per quorum fundum, seu posteriorem partem osseam perforatam ingrediuntur in oculos nervi optici e cerebro propa-

gati, ac derivati, & una cum duabus tunicis, quibus involvuntur, descendentes (*Fig*. 4. *Tab. Optic.*)

525. Bulbus oculi, seu globulus ex tribus vel potius quinque tunicis, & tribus humoribus componitur. Tunicæ sunt *Cornea*, *Choroides*, *Sclerotica*, *Uvea*, *Retina*. Prima, & exterior tunica oculum cingens E F, F E M est fere sphærica: a cerebro cum nervo optico M descendit, estque *duræ Matris*, seu tunicæ exterioris cerebri medullam vestientis, continuatio, & propagatio. Hæc tunica in parte posteriori oculi ab E F versus E E vocatur *Sclerotica*, estque opaca, atque tenacitate sua oculum exterius defendit: in parte anteriori F F vocatur *Cornea*, & est pellucida ad radios luminis excipiendos, & in pupillam, atque humores transmittendum.

526. Alia tunica, priori subtilior, & delicatior sub cornea oculum etiam vestit, & a cerebro una cum nervo optico M enascitur, quem subter corneæ productionem proxime complectitur, atque est *Piæ Matris* propagatio, & veluti ramus.

527. Secunda hæc tunica inter duas E F E, L D D L distenditur, ubique opaca. Dum intra scleroticam producitur, illi adhæret, & vocatur *Choroides*: dum corneæ respondet, ab illa est separata, & nuncupatur *Uvea*, vel etiam *Iris*. Natat illa in humore aqueo D H F A F H, seu potius per medium illius transit, illumque in duas cameras dividit: sub Cornea est etiam opaca: radios igitur luminis solum admittit per rotundum foramen in *Uveæ* medio a natura fabricatum, quod *Pupillam* nuncupamus. *Iridem*, seu Uveam repræsentat figura 3 una cum foramine medio, seu pupilla, cujus locus est inter H H. Tunica hæc interius est ubique nigra, ut scilicet oculum faciat *cameram obscuram*: exterius tamen, ubi *Iris* nuncupatur, diversos habet colores, ut in nobismetipsis vicissim observamus. Est Iris composita, & intertexta ex plurimis fibris muscularibus, aliis quidem tendentibus versus centrum, & in circumferentia pupillæ terminatis: aliis vero a pupillæ limitibus per Iridem se se diffundentibus: hujusmodi musculorum beneficio contrahimus, & dilatamus pupillam ad copiosiorem, vel remissiorem lucem accipiendam.

528. Tertia Tunica L D D L (*Fig*. 4.) *retina*, ex

tex-

texturæ modo nuncupata, est nervi optici productio, & expansio in innumeros delicatissimos ramos qui secum ipsis intertexti mirabile quoddam efficiunt naturale rete supra alias tunicas expansum. In fornicis modum curvatur, inter choroidem, & humorem vitreum statim definiendum producta, a priori comprehensa, secundum complectens. Hæc tunica neque est satis pellucida, neque satis opaca: ab illa enascuntur *processus ciliares*: vel potius ipsa in DD membranam tenuissimam, & pellucidam producit DCD, DBD, quæ humorem cristallinum comprehendit, & ab aliis humoribus separat, & appellatur *Aranea*, seu *Processus Ciliares*. Expansionem hanc nervi optici distinguunt aliqui a tertia tunica LD LD, quam *Ruitschianam* appellant: in hoc tamen non immorabimur.

Nervus opticus M est productio, & ramus substantiæ cerebri, ab eo descendens, atque propagatus, & sua illa in infinitos ramos explicatione, & divisione retinam componens hucusque expositam.

529. Tres humores sunt *Aqueus*, *Cristallinus*, *Vitreus*; *Aqueus* occupat partem oculi anteriorem FHDCDHF, & in duas quasi cameras ab Iride HH dividitur: est materia quædam fluida aquæ valde similis, atque pellucida. Illius figura a parte anteriori, FAF est sphærica convexa; a parte vero posteriori DCD est sphærica concava ad humorem Cristallinum convexum recipiendum, ut demonstrat figura.

530. *Cristallinus* DCDB (*Fig.* 4.) medium locum occupat in oculo, & inter humores: Recta AB (*Fig.* 13.) perpendicularis ad oculum, & per centrum pupillæ ducta, transit etiam per centrum cristallini. Illius figura est utrimque convexa in modum lentis microscopicæ; ex parte tamen posteriori majorem habet convexitatem. Cristallinus est admodum pellucidus, aqueo firmior, radiosque magis refringens.

531. *Vitreus* tandem humor posteriorem oculi DL LDB partem occupat, a *Retina* DLLD contentus, & a Cristallino media Aranea divisus. Vitreus aqueum excedit pelluciditate, firmitate, & etiam magnitudine: ex parte Cristallini est concavus ad

hu-

hujusce convexitatem accipiendum; ex aliis partibus est convexus.

532. Oculi undique in copiosa pinguedine loculamenta ossea illinente natant, & insistunt, ut & facile, & molliter versus omnes partes moveri possint ope musculorum, quorum rami per tunicas se se expandunt, atque viscosa illa pinguedine illinuntur. Hujusmodi musculi numerantur 6, 4 recti, 2 obliqui; & nervos recipiunt a quinto, & sexto pari, atque ab Intercostali (*a*).

533. Partes externæ notissimæ sunt, easque numerare, & illarum usus indicare sufficiat. Sunt vero *Supercilium*, *duplex Palpebra*, *Cilia*, *Punctum Lacrymale*, *Glandula Magna*, *Caruncula Lacrymalis*, *Adnata*. Quid nomine supercilii, palpebrarum, ciliorum significetur, omnes agnoscunt. *Punctum Lacrymale* est angustissimum foramen, quod in medio prominentis papillæ in interiori angulo oculi extantis conspicitur. Per hæc duo utriusque oculi foramina, quæ in nasum descendentia in unum paulo antea coeunt, & *Saccum Lacrymalem* in nares se exonerantem componunt, lacrymæ scaturiunt, sursum quasi per tubos capillares ascendentes.

534. *Carunculæ Lacrymales* sunt papillæ illæ de quibus loquimur, quæ quidem sunt rubræ, carnosæ, spongiosæ, & humorem lacrymalem illuc confluentem exire impediunt, atque per foramen lacrymale ingredi, descendere, & sub stillicidii forma in nasum se se effundere compellunt. *Glandula magna* illa est, quæ in superiori parte oculi ab uno ad alium angulum inter palpebram, & *Corneam*, seu *Scleroticam* extenditur. *Glandula* hæc per pinguedinem, atque inter illam, & palpebram plurimos angustissimos canales explicat, spongiæ munus agentes, quibus humor lacrymalis colligitur, & absorbetur, qui & *Corneam* irrigat, & in lacrymas etiam vertitur.

Tandem *Adnata* est parva quædam tunica oculum extrinsecus vestiens, supra corneam diffusa, palpebris commissa, ac proinde oculum in loculamentis suis detinens, & veluti, ne erumpat, impediens: hæc album illud constituit, quod in oculis observamus.

§. II.

(a) *Hist. de l'Acad. Royale an.* 1721.

§. II.

Exponitur visionis natura, modus & ratio Physica.

OBSERVATIONES.

535. *Primo in mentem revocare oportet, quæ de legibus refractionis luminis in physica generali indicavimus, inferius vero fusius exponentur. Ponendum insuper est, tamquam indubium, atque experientia demonstrante certum, radios luminis, ab objecto quocumque luminoso, aut illuminato emittantur, reflectantur, refringantur, per lineam quoad sensum rectam propagari, & semper tendere, quoad impedimentum aliquod refringens, aut reflectens radium ab illa recta deturbet.*

536. Observ. 2. *Nihil nos videmus citra lucem, quæ in oculos nostros ingrediatur; estque lumen instrumentum illud universale visionis, ad id ab Auctore naturæ datum, ut illius ope objecta suam in nobis imaginem depingerent, atque visibilia efficerentur, eoque deficiente, visio etiam deficeret. Cum nos igitur corpora videntes in eorum cognitionem deveniamus; est lux, seu lucis actio illud medium, quo inter animam nostram intelligentem, atque externa corpora commercium peragitur, quod visio nuncupatur, aut per visionem obtinetur: sed de hoc postea.*

537. Observ. 3. *Nec tamen satis est, medium, seu spatium, in quo vivimus, esse illuminatum, ut illud, aut objecta lucem illuc emittentia videamus, & percipiamus: opus insuper est ad visionem cujusque corporis, ut radii ab illo emissi, aut reflexi recta in oculos nostros tendant, illosque ingrediantur, & feriant: neque enim corporis actionem in nos non incurrentem sentimus. Equidem nos nihil nocte obscurissima in Cælo videmus, nisi stellas fixas, aut planetas, tamquam puncta in firmamento lucentia; licet totum firmamentum, & cælestia spatia sint a sole, & stellis illuminata. Si oculus sit in puncto* C (Fig. 1.), *& radii luminosi,* A *per canalem* A B *cum priori* C D *interius communicantem dirigantur; eos radios in communi sectione tuborum nequaquam videt.*

538. Observ. 4. *Et hinc, atque observatione ipsa, immo*

immo & ex ratione deducitur, quod, ut nos actionem, vim, & ictum corporis cujuscumque sentiamus, necesse sit, actionem ipsius corporis ab illo contra nos dirigi, aut emissione directa, aut motus reflexione. Quid enim nobis officit lapis ex alto delabens, & directione nobis stantibus parallela prope nos ipsos decidens? Hinc iterum patet, ea solum objecta a nobis videri, quae radios in nos directos, si sint luminosa, aut reflexos, si sint illuminata, & opaca, emittunt.

539. Observ. 5. *Punctum quodcumque luminosum* E *radios circumquaque per orbem emittit; ac proinde radii hujusmodi sunt divergentes. Id vero explicavimus, cum superius illuminationis modum exposuimus: praeterea vero constat; quia ex omni spatio* BFA (Fig. 2.) *videtur punctum* E, *ergo radios ex* E *emittit, quorum actionibus oculi intra spatium* ABF *existentes feriantur; aliter enim non perciperetur. Idem similiter verum est de quocumque alio puncto, quod per reflexionem ex aliquibus partibus videmus: illuc enim radios reflectat, necesse est, unde videtur, aut videri potest.*

OBSERVATIO.

540. *Si radii solares* FH, FI (Fig. 16.) *in faciem alteram* CB *lentis* HBIC *utrimque convexae illabentes, per illam transmittantur, & alia ex parte excipiantur; hujusmodi radii post duplicem refractionem in lente, aliam quidem in ingressu, aliam vero in egressu in puncto quodam* E *post lentem concurrunt, ibique ignem accendunt; atque idcirco hujusmodi punctum nuncupamus* Focum.

Eodem modo per duplicem refractionem in lente radii EH, EI *a puncto quocumque* E *in lentem oblique incidentes post lentem in puncto* D *uniuntur, ibique imaginem illius objecti depingunt, e quo vel emittuntur, vel reflectuntur. Duo tamen semper observantur; primum, quod objectum* E *ultra semidiametrum arcus* BC (Fig. 16.) *vitreae lentis distare ab illa debeat juxta mox dicenda: secundum, quod illa imago eo erit clarior, quo copiosiores fuerint radii ipsi ab objecto in lentem incidentes; eoque remissior, quo fuerint pauciores. Idem similiter accidit, si radios per sphaeram vitream, aut aqua plenam excipiamus; licet lens vi-*

vitrea sit sphæræ longe præferenda: omnia tamen hæc luculentius constabunt ex observatione sequenti.

OBSERVATIO.

541. *In fenestra cameræ utrimque clausæ fiat exiguum foramen rotundum* B, *cui apte applicetur, & disponatur lens vitrea utrimque convexa* I K, *vel etiam vitrea sphæra, aut aquea, ita ut radii omnes cameram per foramen ingressi, per lentem transeant* (Fig. 45.). *Radios per lentem transmissos in albo folio chartæ* S S *perpendiculari ad radios excipe ad quamdam distantiam, quam tentando, & chartam removendo, atque admovendo invenies: ea in charta sequentia non sine oblectamento observabis.*

542. 1. *In distantia a te ipso tentando inventa, v. g. in* D M *omnium objectorum externorum, quæ lentem respiciunt, & radios in eam emittunt, imagines clarissime depictas videbis, & non sine admiratione integram Civitatem, aut Provinciam in charta observabis.*

2. *Omnia tamen inverso situ depicta videbis, arborum, & turrium summitates deorsum, radices, & fundamenta sursum versa, quæ sunt dextra, ad sinistram, sinistra ad dextram demiraberis.*

3. *Si immota manente vitrea lente* I K, *& objecto* L N, *chartam sensim a priori illa positione, & distantia removeris, aut admoveris; imago prius clarissima, sensim magis, & magis obscurabitur, & tandem disparebit: charta vero iterum paullatim in priorem situm restituta, iterum apparere, & gradatim clarescere incipiet imago.*

4. *Similiter si objectum* LN *removeris, immotis manentibus lente* I K, *& charta, disparet imago.*

5. *Verum si, objecto* L N *ad majorem distantiam remoto, chartam magis ad lentem immotam admoveris; obliterata imago iterum vivacissima apparet.*

6. *Si objectum* L N *magis ad lentem* I K *admoveas, disparet imago in charta; verum chartam similiter removendo, iterum apparet.*

7. *Quo magis objectum* N L *a lente removeris; minor erit illius imago in charta; major vero, quo magis illud lenti admoveris. Id igitur ludicrum hic visitur, quod fugiens objectum insequatur imago; acce-*

dente vero fugiat; insequens tamen minuitur, grandescit fugiendo.

8. *Quo major fuerit lens, hoc est, majoris sphæræ segmentum; eo ad majorem distantiam chartam removere opus erit, ut clare depingatur imago, cæteris paribus: hoc est, si objectum semper in eadem sit distantia.*

9. *Tandem si lenti vitreæ humorem crystallinum substituas, aliaque exposita hactenus ratione exequaris; omnia phænomena hactenus recensita similiter observabis.*

OBSERVATIO.

543. *Hæc omnia in oculo artificiali etiam observantur: oculus autem artificialis multiplici ratione construi potest. Paretur exiguus tubus chalybeus, aut chartaceus v. g.* DC (Fig. 46.), *cujus interior superficies nigro colore bene offuscetur: in illius ore objectis convertendo exiguam lentem ita accommoda, ut radii ab objectis in oculum non nisi per lentem ingrediantur: in distantia* FG *tentando invenienda, frustum vesicæ suillæ pellucidæ distende perpendiculariter ad axem tubi. Ut vesicam ad lentem admovere, & ab illa removere pro libito possis, eam in extremitate angustioris tubi affige, qui intra primum adduci, & reduci possit. Conversa in objectum lente, ab extremitate opposita angustioris tubi, per quem ingredi lucem non permittes, illa omnia in vesica observabis, quæ modo in charta exhiberi descripsimus. Lens vitrea* DE *munus agit crystallini: retinæ vesicula: tunicarum oculi parietes tubi: distantia inter lentem, & vesicam est illa, quæ intercedit inter crystallinum, & retinam.*

544. *Si ab oculo bovis, aut alterius cujuscumque animalis scleroticam, & choroidem, atque exteriorem retinæ tunicam detrahamus, ut remanens interior tunica sit pellucida, luminosumque corpus ante pupillam collocemus; illius imaginem in retina clarissime depictam, sed inverso situ existentem, observabimus: idemque erit phænomenon, si crystallinum ab oculo extrahamus, atque in ejus locum lentem vitream æqualem, & similem substituamus.*

Tandem radii DN (Fig. 14.) *a puncto quocumque objecti in lentem vitream incidentes, atque per illam transmissi, & refracti, objectum suum, seu punctum,*

e quo

e quo emittuntur, eo solum in puncto N *clare depingunt, ubi concurrunt; post, aut ante concursum imago est confusa, eoque magis confunditur, atque oblitteratur, quo longius a puncto concursus* N *excipiantur.*

DEFINITIO.

545. *Angulus opticus* ABC est ille, quem radii AB, BC ab extremitatibus objecti per pupillam ducti in centro crystallini B, ubi concurrunt, & se mutuo secant, efficiunt. Hujusmodi radii sese in centro B (*Fig.* 15.) intersecantes, post centrum iterum divergunt, & efficiunt angulum FBG priori ABC oppositum ad verticem, illique proinde æqualem (*a*): qui quidem angulus basim suam FG habet in retina. Angulus opticus dicitur etiam *magnitudo apparens*, ad eumque in sequentibus animo attendere opus est.

546. Quodcumque punctum sensibile A luminosum v. g. aut illuminatum, & a toto aliquo spatio visibile radios ex se circumquaque emittit, ut diximus: in circularem igitur pupillam HH (*Fig.* 13.) plurimi hujusmodi radii incidunt: qui cum ex eodem puncto A exeant, atque inde in orbem divergant, pyramidem conicam HAH efficiunt, cujus basis est pupilla, cuspis vero punctum A: ex omnibus illis radiis pyramidem conicam componentibus unus est ABD, qui per centrum pupillæ, & crystallini transit, & consequenter est perpendicularis ad oculum, atque ad crystallinum ipsum; neque ullam patitur refractionem. Is igitur radius dicitur *axis opticus*; seu axis utriusque pyramidis opticæ HAH, HDH: eumque deinceps potissimum spectabimus. Reliqui omnes radii AH, AH, pyramidem conicam componentes, oblique incidunt in arcum convexum *corneæ*, seu *pupillæ*, & crystallini; cum per centrum oculi, seu crystallini (per quod transit axis) non ducantur: in ingressu igitur in sphæram oculi, medium scilicet aere densius, & sphæricum, refringuntur, ad perpendicularem deflectendo, & accedendo magis ad centrum crystallini, atque proinde ad axem opti-

(a) *Geom. Elem.* 1. *n.* 83.

opticum A D: in egreſſu vero, ſeu tranſitu a lente cryſtallini ad humorem vitreum, cum prior ſit denſior ſecundo, refringuntur iterum, ſed a perpendiculari: atque hujus ſecundæ refractionis beneficio magis iterum accedunt ad *axem opticum* non refractum A B D, cum illoque uniuntur in D, puncto ſcilicet retinæ; illic igitur eſt novæ pyramidis radioſæ DNPHHPND cuſpis. Cum igitur ex obſervationibus conſtet, radios per lentem convexam, vel per cryſtallinum tranſmiſſos, & refractos imaginem objecti in puncto concurſus depingere; imago puncti A expreſſiſſima erit in D.

547. Aſſumimus hic, & ponimus tamquam certum, radios lucis a puncto quocumque luminoſo, aut illuminato A emiſſos, vel regeſtos, & lentis beneficio in foco congregatos, vim habere objectum ſuum depingendi: rei veritatem experientia, & innumeræ obſervationes demonſtrant; quare vero, & unde id habeant radii luminis, inferius exponemus.

548. Refractionem, & concurſum radiorum luminis exhibet figura. Radii A H illabentes in *Corneam* HBH, (*Fig.* 13.) & ingredientes aqueum PPHH, primam patiuntur refractionem, qua, ut vides, deflectuntur ad P a prioribus ſemitis divergentibus aberrando, atque ad axem A B D accedendo: ejuſmodi igitur radii tendentes per H P in P novum medium priori aqueo denſius, & convexum offendunt: refringuntur igitur ad perpendicularem: eſt autem hæc PYN tranſiens per centrum: deflectunt igitur radii a ſuis ſemitis, & ad centrum Y, ſeu ad axem A B D magis accedendo pergunt per P D. In N in novum medium incurrunt, humorem ſcilicet aqueum, cryſtallino rarius: illud igitur ingredientes, a perpendiculari removentur: eſt autem perpendicularis Y N ulterius continuata: ab hac autem deflectendo magis iterum ad axem A D accedunt per N D, & cum illo tandem concurrunt in puncto D. Tres igitur ſunt refractiones: ſed illæ potiſſimum conſiderantur, quæ fiunt in cryſtallino.

COROLLARIA.

549. Hinc manifeſte inferuntur ſequentia, 1. Punctum D, in quo pingitur imago objecti N, exiſtit in

in axe optico N R D (*Fig.* 14.). Est enim in puncto concursus radiorum pyramidem conicam componentium: punctum autem concursus est in axe optico. 2. Situs imaginum D M inter se determinantur ab axibus opticis N R D, L R M; cum imaginum loca in earum axibus opticis existant. 3. Deinceps igitur ad situs imaginum D M inter se definiendum, atque statuendum axes opticos tantummodo considerabimus: cum ab iis tantummodo pendeat earum imaginum situs. Fixum tamen, ratumque sit, a singulis punctis objecti A C, quæ videmus, v. g. a punctis A D E C (*Fig.* 15.) singulas radiorum pyramides efformari, quarum communis basis est pupilla, cuspides ipsa puncta: singulas item alias radiorum pyramides conicas singulis punctis, & pyramidibus externis respondere intra oculum. Ne tamen imaginationem obruamus in rebus opticis deinceps explicandis; & figuras, & axes opticos a multiplici illo, & implicato radiorum satellitio liberabimus; nisi res aliud postulet.

550. 4. Distantia imaginis cujuscumque a crystallino a puncto illo dependet, in quo radii intra oculum concurrunt: hic vero concursus in majori, vel minori distantia fieri potest ob causas inferius assignandas.

§. III.

Ratio Compositionis, & munera partium oculi.

551. Ex superioribus observationibus, & exposito visionis modo, & ratione mechanica facile jam constant partium oculorum munera, potissimum vero mirabilis supremi Conditoris Sapientia, qui tantulo animati corporis organo, qualis est hominis, & animantium quorumcumque, præcipue invisibilium vermium. Sphæra, & bulbus oculorum, id obtinuit, ut integrum universum & systema mundanorum corporum nobis fieret visibile, ab anima nostra perciperetur, atque inter nostram animam, & remotissima etiam corpora physicum intercederet commercium.

552. *Adnata* oculorum retinet, ne e loculamentis suis exeat. *Cornea* pelluciditate sua radios transmit-

tit in humores: *Sclerotica* una cum *Choroide* interius nigra oculum defendunt, humores in sphæricam figuram contrahunt circumquaque premendo, & ipsummet oculi loculamentum ab humoribus occupatum efficiunt exiguam cameram obscuram, ut clare, & distincte in illa depingatur imago, & rite ab anima percipiatur. Si enim camera, in qua observationes, & experimenta superius relata, admissa luce, ex obscura fiat illuminata; imagines obliterantur, luce lucem obscurante in sensu postea explicando.

553. *Uvea* seu *Iris* opaca radiorum ingressum impedit; ne copiosius, quam par est, ingressi cameram illustrent, imaginem obliterent, retinam offendant. Est perforata in medio rotundo foramine, ut necessarios luminis radios introrsum admittat: illudque foramen, seu pupilla loco foraminis in fenestra obscuræ cameræ nobis est: dilatatur, & constringitur ad copiosiorem, vel remissiorem lucem accipiendam, prout objecta magis, vel minus illustrantur, & radios in oculos emittunt: in aqueo igitur humore natat, ut facilius possit contrahi, & dilatari.

554. *Aqueus humor* ad crystallinum, qui præcipuus est, magis servandum, ad motus Uveæ permittendos, & ad refractionem primam radiorum perficiendam inservit potissimum.

555. *Crystallinus* munus lentis agit in camera obscura, in eoque præcipuum refractionis negotium peragitur: ab eo igitur præcipue pendet objectorum pictura, & imago clara, distincta, confusa; ablatoque crystallino, nulla jam fieret visio; cum nulla in oculo esset sensibilis refractio radiorum luminis, qua sola, ut vidimus, radii ipsi congregantur, & objectorum imagines depingunt distinctas.

556. Quoniam radii non concurrunt statim post lentem vitream, sed ad aliquam distantiam; ob rationem inferius dicendam; opus erat aliquod spatii interponi inter crystallinum, & locum imaginum: in quo quidem spatio esset medium pellucidum, ut radios transmitteret, & crystallino rarius, ut radii ad axem opticum magis convergerent: en igitur munus, cui humor vitreus inservit.

557. *Retina* habenda tibi est vice folii chartæ in camera obscura post lentem imagines excipientis. Quoniam tamen hæc tunica est expansio quædam

nervi

nervi optici; modificatio illa, & actio, qua radii in hujusmodi expansionem impingentes objecti imaginem efformant, per nervum opticum usque ad cerebrum, animæ sedem diffunditur: nervus igitur opticus ad imaginem, & actionem objecti, animæ veluti deferendam, & communicandam inservit.

§. IV.

QUÆSTIONES OPTICÆ CIRCA OBJECTORUM VISIONEM.



QUÆSTIO PRIMA.

Quomodo depingantur imagines objectorum intra oculos.

558. De modo, seu situ hujusmodi imaginum dubitabant aliquàndo Physici, dum experimentalis Physica, refractio luminis, & observationes a nobis allatæ non erant satis notæ.

PROPOSITIO XXX.

559. *Imagines objectorum depinguntur in oculis situ inverso; quæ dextra sunt, ad sinistram, & vicissim; quæ superiora, inferius, inferiora autem superiori in parte exhibentur.*

Id primo suadent omnia experimenta, atque observationes, quas quotidie instituunt Physici, contra quas argumentari non licet. 2. Imago extremi puncti A objecti AC (*Fig.* 15.) depingitur ab axe optico ABG post cryftallinum B; imago extremi inferioris C per axem similiter opticum CBF depingitur: cum ergo hujusmodi axes necessario transeant per centrum cryftallini, seu per idem punctum B; in eo puncto se mutuo secabunt, & post sectionem in partes contrarias, secundum linearum rectarum naturam tendent; inferior scilicet CB sursum versus F, superior autem AB deorsum versus G: ergo punctum A superius in parte inferiori G, punctum autem inferius C in parte superiori F depingitur:

eodem modo probabitur, dextra depingi ad finiſtram, & vice verſa: ergo imagines inverſo ſitu depinguntur in oculis. Supervacaneum eſt in re evidenti demonſtranda tempus terere.

560. Oppones: Si objectorum imagines eſſent inverſæ; etiam objecta ipſa a nobis viderentur inverſa; objecta enim eo modo apparent, quo intra oculum repræſentantur: ſi igitur repræſententur inverſa, etiam debent apparere inverſa. Si enim confuſe repræſententur, & depingantur imagines, confuſe apparent objecta; ſi diſtincte, etiam apparent diſtincta: ergo & inverſo ſitu apparebunt, ſi inverſæ depinguntur eorum imagines. Reſpondeo: Neque ex inverſione imaginis ſequi, inverſum apparere objectum, neque univerſim verum eſſe, eo modo apparere objecta, quo eorum imagines depinguntur: aliter valeret etiam hoc argumentum, objecta inſignia, v. gr. Civitas, repræſentantur intra oculum per imaginem vix duas, aut tres lineas latam: ergo Civitas apparet ſub extenſione ſolum duarum, aut trium linearum.

561. Igitur difficultas ab omnibus ſolvenda eſt; ab omnibus item dicendum, non omnia, quæ conveniunt imagini, competere etiam objecto per illam repræſentato, ut modo circa magnitudinem adnotavimus. Dicendum potius eſt, animam videre, & percipere objectum prout ab illius imagine ad perceptionem, & repræſentationem determinatur: determinatur autem anima ad videndum, & percipiendum objectum per exiguam imaginem magnum, per inverſam directum. Primum ſpectat, & pendet a modo percipiendi diſtantiam inferius explicando: ſecundum facili hoc, & mechanico exemplo ad evidentiam demonſtratur.

562. Cæcus abſque duce pergens duobus baculis a duplici manu apprehenſis, & decuſſatis tentans iter, baculo ſcilicet dextro tentans, & attrectans objecta ſiniſtra, ſiniſtro dextra, percipit quidem objecta ſitu inverſo, atque illa exiſtunt: hoc eſt, impreſſiones, & repræſentationes corporum per tactum fiunt inverſo ſitu: nihilominus tamen cæcus per tactus, imagines, & perceptiones inverſas, percipit: ſentit, & refert objecta directa ad loca propria, in quibus exiſtunt. Idem ex eadem ratione fit in oculis: viſio

enim

enim est etiam perceptio objectorum per tactum a radiis luminis factum: axes optici A B G, C B F (*Fig.* 15.), cum sint radii, seu corpora continua, perinde habendi sunt, atque duo baculi decussati in B; per tactum igitur, & attrectationem in parte inferiori, seu dextra G percipit, & refert anima objectum in punctum superius, seu sinistrum A, & sic de cæteris.

563. Si tamen objecta repræsententur confuse, non possunt ab anima videri, & percipi clare, atque distincte: quia confusio (ut interim supponimus) ex radiorum intensione & unione pendet: ex quibus duobus est efficacia sensus: radii scilicet debiles non nisi remisse ferire possunt: non nisi debiliter igitur retina pungitur, anima excitatur, atque determinatur ab hujusmodi punctione, & radiis inefficacibus: nonnisi igitur debiliter, remisse, obscure, & ut ita dicam, oscitanter anima ipsa percipit objectum. Nihil igitur ex hoc capite inferri potest contra propositionem.

PROPOSITIO XXXI.

564. *Ideo objecta videntur directa, quia eorum imagines sunt inversæ; & quotiescumque imago intra oculum sit directa; objectum apparet inversum.*

Facile probatur propositio. Objecta semper sentimus, & percipimus secundum illam directionem, qua illa nos ultimo impetunt, afficiunt, & feriunt: atque secundum illam directionem ipsa in locum aliquem referimus, ut quotidiana nos docet experientia. Vocem, aut sonum ad nos reflexum non in partes loquentis, & vocem emittentis, sed ad partem reflectentis parietis referimus, ex qua ultimo nos ferit sonus, & ita de omnibus aliis: ergo anima percipiens punctum C in F per radium, seu axem opticum C B F (*Fig.* 15.), objectum ipsum percipiet per eundem radium F B continuatum, & transeuntem per centrum B, secundum directionem, per quam feritur in F: ergo videt, & refert objectum in C. Similiter probatur, ex puncto G referendum esse objectum, & causam ferientem in A per directionem G B A.

565. Et hinc patet, objectum, videndum fore inver-

versum, si illius imago esset directa: pone enim imaginem esse D M (*Fig.* 14.) directam, hoc est, talem, quale extra oculum, seu ultra lentem I K illius objectum existit: objectum igitur puncti imaginis D videbitur per radium, seu axem opticum D R continuatum; sed axis D R a puncto superiori D egressus, & in R cum radio inferiori M R decussatus, inferius tendit, & dirigitur in N post decussationem: ergo in N exhiberet objectum suum; ac propterea inversum: Porro per telescopia astronomica videmus Astra, & quæcumque objecta, in quæ collineamus, inverso situ; quia per duplicem lentem vitream erigimus intra oculum imagines: id tamen luculenter infra exponetur.

QUÆSTIO SECUNDA.

In quanam oculi parte fiat visio.

566. Non quærimus impræsentiarum, ubinam objectorum imago depingatur? ex superioribus enim satis demonstratum est, objecta depingi in loco, ubi post crystallinum uniuntur radii: quæ quidem unio fit in retina; sæpe etiam in humore vitreo. Satis tamen hoc haud est, ut ulterius pronuntiemus, esse Retinam propriam visionis sedem, & locum; pictura enim non est visio, neque visio potest nuncupari pictura: in folio chartæ, experimento in camera obscura instituto adhibitæ, depinguntur vivacissime imagines; ea tamen pictura, & imago non sunt visio; est igitur hæc actus animæ percipientis objectum, ab impressione illa excitatæ, quam in retina, seu nervi optici expansione efficiunt radii uniti, seu materialis objectorum pictura.

567. Non tamen nos hoc loco propriam animæ sedem in corpore definiendam, aut commercium inter spiritum, & corpus exponendum assumimus; suus huic erit argumento locus. Id unum quærimus, in quanam oculi parte eam objecta impressionem efficiant, qua animam determinant ad illorum perceptionem, quam quidem impressionem nuncupamus etiam visionem; licet illa tantum sit visionis excitatio.

PRO-

PROPOSITIO XXXII.

Visio objectorum fit in Retina, seu expansione nervi optici.

568. Facile probatur propositio. Ita constructi sunt oculi nostri, ut radii ab objectis emissi in retina concurrant, atque illic objecta ipsa radiis, seu viribus in unum collectis validissime agant, vellicent, pungant. 2. In Retina solummodo depinguntur objectorum imagines; hæc autem pictura est illud, per quod anima excitatur ad percipiendum objectum ipsum verum, atque per imaginem hanc objectum sentit, ac intuetur. 3. Retina est omnium partium oculi maxime sensibilis; cum sit nervorum, atque substantiæ cerebri productio, atque expansio: qui quidem nervi, cerebri substantia, sunt totius sensus universale organum: ad sensum igitur in anima excitandum, ad impressionem quamcumque in se receptam usque ad cerebrum transmittendum, & communicandum una inter omnes oculi partes apta est. Alibi enim vero probavimus, ob continuationem, qua nervorum omnium rami, per totam corporis cutem expansi, & distributi, cum cerebri substantia connectuntur, & uniuntur, impressiones, & affectiones quascumque corporum externorum in hisce corporis extremitatibus factas anima in cerebro deprehendit, sentit, & ad locum proprium refert. Si igitur Retina est omnium partium oculi, quæ ad visionem aptæ sint, aut sola, aut præ cæteris sensu prædita; si omnium facillime affectionem transmittit in animam; si in illam potentissime agunt objectorum radii, si in illa tantummodo imagines depinguntur; atque hæc omnia in reliquis partibus oculi desiderantur; indubium est, in Retina fieri objectorum visionem.

569. 4. Humores omnes sensu plane destituuntur: nihil doloris senties, si acus cuspidem per illos immittas, hac illac agites: præter igitur supradicta capita ex hoc etiam nomine ad visionem perficiendam, atque affectionem accipiendam, & animæ transmittendam sunt prorsus inhabiles. Tandem tunicæ omnes ex anteriori parte oculum contegentes, ob allatas

tas modo rationes, esse non possunt propria visionis sedes. Deinde plures sunt homines cæci, qui tamen prædictas omnes tunicas integras habent, & sanas. Præterea objectum quodcumque semper appareret multiplex; cum enim radii in eas tunicas dispersi illabantur; singuli in diversis punctis ejusdem objecti imaginem depingerent: imagines proinde, & objecta multiplicarentur.

570. Oppones experimentum apud *Dechales* (*a*). Si visio fieret in retina; fieret in omnibus illius partibus, neque accidere posset, corpus aperto oculo objectum non videri: id tamen plerumque accidit, dum scilicet radii ab illo objecto emissi in ea parte retinæ congregantur, in qua nervus Opticus oculo inseritur, & expanditur. Rem ita observatione experiere: tria objecta illustria, v. g. tres lucernas, e regione alterius oculi constitue, a se invicem per semipedem separata, primum A ad lævam, secundum D in medio, tertium C ad dextram; uno tantum oculo aperto ita in illa objecta respice, ut in primum A aciem visus intendas: alia duo etiam videbis, sed debilius: recede paullatim eodem semper modo intendendo in objectum A ad lævam: ita recedendo observabis medium D (*Fig.* 53.) disparere, & occultari, licet tertium semper videas: ergo radius, seu pyramis luminosa medii objecti, in expansionem, & insitionem nervi optici incidens non efficit visionem; atqui incidit in retinam: hæc igitur tunica non est propria visionis sedes. Respondeo, ab experimento id unum sequi videri posset aliquam esse partem in Retina, nempe illam, per quam inseritur nervus opticus, visioni efficiendæ non satis aptam: quod propositioni non opponitur. Experimentum tamen illud est satis obscurum: neque certi aliquid statui ex illo potest.

QUÆ-

(a) *Lib.* 1. *Opticæ prop.* 4.

QUÆSTIO TERTIA.

Quid illud sit, per quod objecta suam intra oculum imaginem depingunt? & quid illud sit, quod anima videt, imaginem scilicet, an objectum in imagine?

571. Objecta, quæ videmus, sunt extra oculos posita, & ab illis nonnumquam per plures leucarum milliones dissita, v. gr. Saturnus trecentis leucarum millionibus a nobis remotus: cum igitur juxta antiquum, & celebre Philosophorum axioma, *non detur actio in longinquum, quin transeat, & diffundatur per medium*, seu, quod idem est, actio corporis cujuscumque in alia corpora longinqua debeat esse continua, atque per medium propagari; opus est ad visionem cujuscumque corporis, v. g. Saturni; ut corpus ipsum aliquam actionem materialem in oculos nostros exerceat, seu aliquid ex se emittat, quod ad nos usque propagatum, & oculos ingressum animam excitet ad videndum, atque percipiendum objectum ipsum, ac illius imaginem in oculo depingat. Quid vero est illa actio, quid medium illud, seu emissio corporum usque ad oculos? Quid est illa pictura in retina efformata? A quo objecta depinguntur? Quid videt anima, picturamne, an objectum in pictura, vel per picturam?

572. Veteres Physici statuebant, ab omnibus corporibus circumquaque diffundi emissionem quamdam rerum, quas species nuncupabant, quæ essent vicariæ suorum objectorum, atque vim haberent illa repræsentandi, quocumque devenirent, aut existerent. Hujusmodi species illud esse dicebant, quod intra oculos admissum, imagines objectorum illic depingit, illud quod anima videt, eamque excitat ad objecta percipienda, quorum illæ sunt vicariæ, effectus, & emissiones. Dudum tamen est, quo hujusmodi reculæ olim celebres a vera, atque experimentali physica relegantur.

PRO-

PROPOSITIO XXXIII.

573. *Lux luminisque radii ab objectis in oculum emissi, aut reflexi sunt illud, quod objecta ipsa ex se emittunt, & quod ipsorum objectorum imagines in oculo depingit, atque animam ad videndum, & objecta percipiendum excitat.*

Primo enim illa specierum emissio nulla aut ratione efficaci, aut experimento, aut observatione constat: precario igitur solummodo admittuntur, & statuuntur. 2. Intelligibiles non sunt species illæ, earumque productio, ac emissio: suntne spiritus, an materia? Estne aliquid materiæ ab ipsis corporibus de novo productum, an effluvium particularum corporum ab ipsis perenniter prodeuntium? Quidquid diceretur, esset inextricabilibus difficultatibus obnoxium. 3. Quare circumposita nobis corpora nostu non videremus, si illa ex se species semper emittunt, earumque beneficio visio in oculis perficitur? Sed quid tantopere in occultissima qualitate rejicienda, atque obliterata sententia impugnanda immoramur?

574. Lux procul dubio ab omnibus corporibus, quæ videmus, ad nos emittitur, aut reflectitur: posita hac emissione, objecta ipsa vel remotissima videmus, ac percipimus; illa vero vix sublata, illico corpora ipsa disparent; nec amplius aspiciuntur; hoc præterea est unum id notum, atque indubium, quod ad nos corpora remotissima emittunt; illud, quod oculos nostros ingreditur, in iis refringitur, loco imaginum congregatur, ut validius agat; luce posita, refracta, & congregata depinguntur imagines; illa sublata, aut intercepta, imagines illico disparent, atque obliterantur: hæc vero omnia, quæ observationibus constant, vix dubitationi locum permittunt, atque secundum philosophandi regulas manifeste probant, radiorum luminis, ab objectis in oculos emissorum, proprium esse munus objecta ipsa depingere, in retina, imaginem animæ exhibere, atque hanc ipsam ad objecta percipienda, media illa imagine, & actione excitare.

Ut hæc tamen veritas, & aliæ hactenus traditæ, præcipueque physicus visionis efficiendæ, aut allicien-

ciendæ modus amplius exponantur; liceat aliquas difficultates physicas proponere, atque diluere.

575. Opponitur 1. Radii luminis ab objectis in oculum emissi sunt omnes ejusdem naturæ, atque iidem ubique: ergo non possunt efficere, & depingere prodigiosam illam imaginum, & picturarum varietatem, totidemque colores, quot in tanta adeo corporum varietate observamus. In imaginibus enim objectorum intra oculum, vel in camera obscura apparentibus ii omnes observantur colores, quos in objectis ipsis perspicimus: quomodo una, eademque causa tot diversorum effectuum varietatem efficere poterit? Dicendum igitur potius, imagines, & picturas illas singulas a propriis, & diversis singulorum objectorum speciebus efformari.

576. Argumentum tangit difficultatem a nobis in Lectione de coloribus luculenter expositam: ad eum igitur locum lectorem remittens, dico solummodo, colores nihil aliud esse, quam puram putam lucem: diversitatem vero colorum a diversa radiorum modificatione pendere, & in iis consistere: est autem in Physica notissimum, unam, eandemque materiam ob multiplicem suarum partium modificationem diversas induere formas, atque effectus producere prorsus distinctos. Ex argumento igitur confirmatur propositio: si enim colores sunt radii luminis; ergo pictura, & imago objectorum in hisce coloribus potissimum consistens, nihil est præter lucem.

577. Verum, pergis, quo pacto lux eadem a diversis corporibus in oculum regesta, tot diversos colores constituere, efformare, aut exhibere potest in imagine ipsorum objectorum; modo unum, postea vero alium repræsentare: seu, ut vere & proprie loquamur, animam ad objecta diversis modis sibi repræsentanda excitare? Respondeo, rationem & modum quo hæc in radiis luminosis, & a radiis luminosis fiunt, citato in loco exponimus: indicare sufficiat, radios luminis a singulis objectis multiplici, variaque modificatione emitti, reflecti, refringi, & affici. Variis hujusmodi modificationibus mediantibus totum colorum discrimen efficitur, & exponitur. Luculentum ejusdem rei exemplum habes in sono, multiplicique sonorum, & tonorum varietate fuse superius expositum.

978.

578. Est tamen intra oculos, quæris, proprius objectorum color? Ipsissimus, respondeo, propria, & ipsissima imago vivacissima propriis objecti coloribus, & figura distincta. Quid ergo videt anima, subjungis, imaginem in retina depictam, an potius objectum? Respondeo, Animam videre objectum per imaginem, cum in objectum directe intuemur. Quid vero, pergis, dum nosmetipsos, aut alium in speculo videmus? videmus, repono, objectum in imagine, & per imaginem: in imagine scilicet in speculo in speciem depicta, & per imaginem in retina vere depictam: seu potius per imaginem objecti in retina videmus objectum ipsum in diverso situ, atque illud existit.

579. At, reponis, videmus objectum ipsum trans speculum per imaginem illic non existentem: ergo etiam videbimus objectum per imaginem in retina non depictam, neque existentem. Respondeo: Trans speculum neque est objectum, cum ante illud existat; neque imago vera, cum speculum radiis transitum non permittat: est igitur solum imago, & objectum apparens per fallaciam situs a reflexione radiorum ortam: in retina vero efformari imaginem veram per radios luminosos vere illuc transmissos, & congregatos ex superioribus patet. Quid tamen est, ulterius instas, illa visio animæ, seu in anima? Quomodo spiritus videt? Respondeo: Rem quæris, quæ ad lectionem Metaphysicam de commercio animæ cum corporibus spectat: eum locum vide: impræsentiarum dicere sufficiat, visionem animæ propriam esse perceptionem objecti, ortam tamen, accommodatam, & proportionatam illi imagini, quæ in retina depingitur.

580. Radii luminis igitur ab objectis in oculum emittuntur colorati? Maxime, respondeo, si nomine *colorati* modificatos intelligas: apparere enim coloratum, colores sunt repræsentationes animæ. Quare igitur, insistis, illos radios, hoc est, illos colores in medio, per quod transeunt, non vides? ibi enim videmus colores, ubi illi existunt: si ergo radii, seu colores per aerem transeunt, hoc est, in aere existunt, quare eos inibi existentes non videmus? Resp. Nihil nos sentire, aut videre, nisi in nos agat, nisi in nos radios emittat, nisi radii emissi obje-

objecti emittentis imaginem in retina depingant, ut ex supradictis constat: radii autem sua objecta, non se depingunt, suorum objectorum, non suimet ipsorum sunt imagines, & colores. Attamen, contendis, colores nos citra dubium videmus; quare igitur non videbimus radios, si ipsi sunt colores? Resp. Eamdem crambem recoquis; objecta videmus radios in nos emittentia, ut dixi, radii autem radios non emittunt.

581. Oppones iterum: Impossibile videtur, innumeros, & pene infinitos radios a singulis objectis, & objectorum punctis ante oculum existentium emissos, per angustum adeo foramen, quale est pupilla, ingredi: quid tamen dico pupillam? Per foramen illud exiguum B (*Fig.* 5. Opt. & *Fig.* 45, & 40) in pariete, aut fenestra apertum, lente insuper impeditum, per quod tamen omnium objectorum externorum lentem respicientium transeunt imagines? Sunt enim ipsi radii materia, sunt impenetrabiles; cur igitur alii alios non impediunt, alii ab aliis non regeruntur? Si sunt materia, per poros tantum lentis in foramine, humorum, & tunicarum in oculo pertranseunt; pororum parietes illos repellunt: spatium igitur radiorum transitioni liberum, aliud non est, quam summa pororum lentis, aut humorum in pupilla: hinc angustius multo redditur radiorum iter: hæc vero solvere, & explicare conaberis per incomprensibilem radiorum subtilitatem: eam libenter demus ; ;] multiplicitas tamen radiorum exilitatem longe superat. Gravissimam hanc difficultatem iis tantum oppone; qui lucem in vera, & materiali particularum emissione, & effluviis consistere asserunt. Nos etenim illa non premit, qui luminis transitum per pupillam observationibus rite probatam supponimus, eaque supposita, ad ulteriora pergimus: lucis igitur per pupillam ingressus a nemine negatur: quo autem pacto hujusmodi ingressus peragatur, in Lectione de lucis natura exponitur. Argumentum tamen æque impugnaret specierum transitum, cum illæ etiam sint materiales. Alias objectiones omitto eum, vel ad Lectiones de lumine, & coloribus, vel ad sequentes etiam quæstiones spectent.

QUÆSTIO IV.

Qualiter per multiplices radios in eodem oculo, & per duplicem imaginem ejusdem objecti in duobus oculis unicum appareat, & videatur objectum.

582. Duo in quæstione explicanda proponimus circa unitatem, & multiplicitatem imaginum. Objectum vel videtur unico tantum oculo, vel duobus simul: in utroque casu, experientia demonstrante, apparet unicum (quibusdam casibus exceptis, inferius ponendis); in utroque tamen videtur, quod multiplex deberet apparere: inprimo ob multiplicitatem radiorum, quibus pingitur; ob multiplices radios, & duplicem imaginem in secundo.

583. Si vera igitur sunt, quæ modo diximus, imagines scilicet, & visionem fieri per radios luminosos; objectum uno, eodemque oculo visum multiplex apparere debet, seu in multiplici loco existens. Objectum etiam A (*Fig.* 13.) depingitur in puncto D retinæ per innumeros radios H P N, H P N pyramidem conicam efformantes priori inversam: sed loquamur solummodo de duobus radiis. Retina in puncto D pulsatur radiis B D, & H D continuatis: per radium D B continuatum, & transeuntem per B videtur objectum in A: ergo videbitur etiam objectum; sed productum transit per E, non per A; ergo videbitur per B N continuatum, seu ulterius productum; objectum A in E: idem probabimus de aliis radiis pyramidis: ergo objectum in multiplici loco, hoc est, multiplicatum videbimus.

584. Resp. Per unicum oculum, quamdiu radii in unicum punctum D congregantur, objectum apparere unicum, & videri in axe optico D B Z A, non vero in directione radii D N E continuata: id vero ob sequentes rationes. 1. Quia axis A B D aliis radiis efficacius agit; cum non sit refractus: 2, & potissimum, quia actiones omnium radiorum P N D, P N D, obliquorum pyramidis ob formam fornicis, quam habet retina, reducuntur ad unicam actionem per directionem axis A B D: ex ratione enim, & figura fornicis H K I, cum partes in arcum dispositæ mutuo sese adjuvent, sustentent, & a lapsu impe-

pediant ; pars K una cum aliis arcum componens, quacumque directione M K ex interiori parte impellatur, nonnisi per directionem perpendicularem L K cedere potest. Si igitur lapis, later, vel punctum K fornicis M K I impellatur pluribus simul actionibus ex H I M L ; ictum, seu affectionem in animam, seu cerebrum transmittet per unicam directionem L K perpendicularem ; cum per eam tantummodo cedere, & moveri possit : directio autem perpendicularis L K est directio axis optici B D : ergo anima afficitur tantummodo per directionem L K, seu B D : ergo objectum tantummodo per K L, hoc est, per D B A videbit.

585. Secunda quæstionis pars est in Optica etiam celebris : Duplicem habemus oculum ; per duplicem igitur imaginem objectum videmus : unde igitur est, quod objectum appareat nihilominus unicum ? Eo etiam augetur difficultas, quod si ejusdem objecti in eodem oculo duplex depingatur imago, duplicatum etiam appareat objectum, ut paulo post dicemus : quidni igitur per duplicem in duplici oculo imaginem idem non eveniat, & observetur phænomenon ? Ob hanc difficultatem quamplurimi veterum visionem in nervorum opticorum utriusque oculi concursu A (*Fig.* 47.) fieri existimarunt. Verum præterquam quod magna illic esset imaginum confusio, illic non depinguntur objecta. Homines etiam fuere, quorum nervos opticos non concurrere per anatomiam compertum fuit ; quin tamen objecta viderent duplicia (*a*). Tandem per unum, eundemque oculum, & etiam per duos multiplicatur pluribus in casibus objectum, licet nervi optici concurrant : ex alio igitur capite repetenda est causa.

586. Axes optici B D, C D non sunt paralleli (nisi in quibusdam, & paucis hominibus, quos *Strabones* nuncupamus, de quibus postea) sed convergunt, & tandem in puncto quodam D concurrunt, in quod aciem intendimus : videmus autem punctum quodcumque objecti per axem opticum ; & puncti cujuscumque imago semper in axe optico, seu per axem opticum depingitur in oculis : ergo punctum D ex ocu-

(a) *Dechales l. 2. Optica prop.* 38.

oculo H videtur per axem opticum BHD, ex oculo G videtur per axem opticum CGD: cum igitur uterque oculus collineet in D per axes opticos in D concurrentes, per quos videt punctum D; per utrumque oculum, & duplicem imaginem videtur objectum in eodem loco D, & ad eundem locum refertur: objectum autem idem, visum, & apparens in eodem loco, apparet unicum: per duplicem igitur imaginem unicum apparet objectum.

587. Esto, opponis, videat oculus H punctum D per axem opticum BHD (*Fig.* 47.) oculus pariter G per axem opticum CGD; unde tamen est, quod uterque oculus videat illud punctum in concursu & sectione axium D, non vero ultra illam sectionem? Si autem videatur ultra illam sectionem; videbitur in diversis locis, cum axes ultra D sint divergentes. Respondeo: Difficultas recidit in modum videndi, & percipiendi distantiam objecti inferius exponendum; interim dicere sufficiat, punctum videri in cuspide pyramidis conicæ radiosæ, quæ quidem cuspis est in uno, eodemque puncto D, ubi objectum existit, & axes intersecantur, atque concurrunt. Alia vide inferius.

COROLLARIUM.

588. Hinc vero inferes, Strabones, seu homines illos, quorum axes optici sunt paralleli, objecta videre duplicata: cum enim axes optici sint paralleli; numquam concurrunt: objectum igitur, in axibus semper opticis apparens, ex singulis oculis in singula diversa loca refertur, & duplicatum apparet. Quodsi ejusmodi homines in vitæ decursu objecta vident non duplicata; id ex eo est, quod longa consuetudo, atque experientia physicum illum defectum emendat.

QUÆ-

QUÆSTIO V.

Fitne visio per emissionem aliquam spirituum ex oculis in objecta; an potius, & solummodo per emissionem radiorum ab objectis in oculos emissorum?

589. Fuit illa Stoicorum opinio, qui una cum pluribus aliis existimabant, non objecta in oculos, sed ex oculis in objecta radios emitti, ejusque emissionis beneficio objecta ipsa sentiri ab anima. Unum scilicet ex iis duobus accidere necesse est; cum enim visio sit tactus; ut percipiatur obj ctum, vel illud nos tangit, vel a nobis tangitur. Ex supradictis tamen luculentissime constat, visionem in oculis nostris fieri per radios lúminis ab objectis emissos, aut reflexos. Deinde si visio per emissos ab oculis radios fieret; omnes nos perinde noctu, atque interdiu videremus; æque enim in utroque tempore a nostris oculis effluvia exirent, quibus quasi baculis objecta tangeremus. Nullum tandem ne leve quidem indicium ejusmodi emissionum apparet.

590. Unde tamen est, inquies, quod feles noctu videant, eorumque oculi in mediis tenebris ex aliqua distantia visi scintillare videantur? Aliqui etiam homines fuerunt, qui noctu videbant, ut de *Tiberio* Imperatore refert *Plinius*, de *Mario Plutarchus*: quin etiam aliquis jam fuit ardentis indolis, ac temperamenti vir, qui noctu videret: aliis post generosissimi vini potum idem accidebat phænomenon; ut alios præteream, de quibus similia affirmant Historici.

591. Respondeo: Hæc omnia ad summum probant, esse paucissima aliqua speciei individua, quorum oculi ob igneam, ardentem, & rabie incensam indolem, ac naturam, veluti quidam phosphori, scintillas ex se emittant satis vividas, rabiem semper, & minarum aliquid indicantes: quæ quidem scintillæ ab humoribus oculorum in objecta, in quæ aciem intendunt, emissæ, atque ab iis deinceps ad ipsorum oculorum retinam regestæ, imaginem illic eorum objectorum depingunt, a quibus regeruntur. Unde semper verum est, objecta depingi per radios ab ipsis emissos, vel regestos, undecumque illos accipiant.

Præterea in eorum hominum, atque omnium felium oculis imagines objectorum interdiu eodem modo, atque ab iisdem causis depinguntur, & fit visio, ac in aliis animantibus: noctu solummodo aliquid est discriminis; id vero præter dictam modo caussam, quæ aliquoties, atque in aliquibus animantibus verisimilis est, ex peculiari potissimum eorum retinæ teneritudine, textura, & præsenti statu pendet. Neque enim noctu sunt perfectæ tenebræ, nihil lucis admixtum habentes; aliqui ergo radii illuminant, atque reflectuntur ab objectis: tenuissimi illi radii, visioni nostræ ob parum sensibilem retinam impares, tenellæ quorundam animalculorum retinæ & visioni pares sunt.

592. Hac etiam & simili de causa noctuæ, vespertiliores, bubones noctu maxime e nidis exeunt, volant, vident, & percipiunt objecta; interdiu vero nequaquam; quia scilicet & retinam habent tenerrimam, & pupillam valde amplam: noctu igitur per ejusmodi pupillam radios ad visionem sufficientes recipiunt, iisque objecta percipiunt: interdiu vero copiosissima lux per amplam pupillam ingressa retinam offendit, & concremat; in objecta igitur visum intendere prædictæ volucres non possunt.

QUÆSTIO VI.

Perfectiusne, aut distinctius uno, quam duobus oculis appareat, & videatur objectum?

593. Respondeo: Longe melius duobus, quam unico oculo videri, & distingui, secundum communem saltem rerum ordinem. Hæc propositio, quam *Aristoteles*, & *Gallenus* negarunt, distinctius unico, quam duobus oculis videri existimantes, non melius quam proprio cujusque nostrum experimento probari potest. Ponatur in parva ab oculis AB (*Fig.* 45.) distantia objectum EH, in quod oculi intendantur; inter oculos tamen manum distentam, vel aliud corpus opacum CD ita dispone, ut oculus alter A partem EG alius B partem FH objecti videat: pars proinde media FG duobus, extrema EF, GH singulis tantum oculis videantur; experimento comperies, partem mediam FG duobus oculis visam, clarius, & di-

& distinctius, quam extrema, singulis oculis apparentia, videri.

594. Quid tamen causæ est, inquies, quod alterum oculum claudimus, ut alio solo aperto melius in objectum collineemus, cum vel sclopetum contra scopum explodere, vel longinquum aliquod objectum distinguere volumus? Resp. Id nos agere, non quia uno tantum oculo melius videamus objectum, sed ut rectius in scopum unica tantum directione, seu linea collineemus, neque mens, aut phantasia, dum ad plura objecta simul attendit, minus ad lineam directionis quæ unica est, animadvertat.

595. Propositio vera solummodo est in visione clara & distincta, hoc est, cum objecta distinguimus; si enim objecta videantur confuse, major erit visionis confusio, & minus percipientur objecta per duos, quam per unicum tantum oculum: ut etiam ab experientia multoties edoceri possumus: confusio enim nascitur ex variis maculis, & umbris, quibus objectum quasi offusum videmus ob imperfectam radiorum in retina unionem, atque concursum, ut paulo post dicemus: plures autem sunt maculæ in duobus oculis similibus, & paribus, quam in unico.

L E C T I O XII.

VISIONIS PHÆNOMENA, ET AFFECTIONES,

seu

Peculiares sensus visionis proprietates ex superioribus observationibus deductæ.

596. Hactenus oculorum structuram, & partes rationem, naturam, instrumentum, & physicum modum visionis exposuimus; aliquas quæstiones subjunximus, quibus visionis natura magis patesceret: antequam alias quæstiones, & alia theoremata optica æque utilia, & amæna proponamus, visionis proprietates, saltem præcipuas, ex prædictis observationibus, & aliis obiter explicatis descendentes explicemus.

597. In noſtris oculis, ut jam diximus, eadem plane accidunt circa objectorum imagines, quæ ſuperius in camera obſcura, atque oculo artificiali obſervavimus. Quare illa omnia in memoriam revocare, & menti alte infigere oportet: cum ex illis dicenda plurima inferantur. Et ſane ex iiſdem obſervationibus jam deduximus, ratione ipſa, & experientia ducibus, *primo*, objectorum imagines in noſtris oculis inverſo ſitu depingi: *ſecundo*, ea omnia objecta apparere inverſa, quorum imagines fuerint intra oculos rectæ: *tertio*, per axem opticum AD (*Fig.* 13.) & locum imaginis in retina determinari, & imaginem ipſam potiſſimum depingi, & objectum, illiuſque locum extra oculum exhiberi. Ex iis vero, & aliis ſuperius demonſtratis facile eruuntur ſequentia.

De Viſione Clara, Diſtincta, Confuſa.

QUÆSTIONES, PROBLEMATA, ET PHÆNOMENA OPTICA.

QUÆSTIO PRIMA.

598. *Unde oriatur viſio clara? Quid viſionis claræ, diſtinctæ, confuſæ intelligamus nomine, & quale inter illas ſit diſcrimen, ſuperius definivimus. Objectum clare aliquando videmus, & percipimus, quin tamen illius partes diſtinguamus: unde igitur oritur hujuſmodi viſio clara?*

Reſpondeo: Viſionem claram ſequentes cauſæ, aut conditiones efficiunt: primo, copioſi radii, & vivaces ab objecto emiſſi, aut reflexi, & oculum ingredientes: ſecundo, amplitudo pupillæ radios ipſos excipientis: tertio, pelluciditas humorum, & corneæ, præcipue vero cryſtallini. Omnia hæc ab obſervationibus cameræ obſcuræ, atque oculi artificialis manifeſta ſunt. Obſervatum in iis fuit objectum luminoſum, aut intenſe illuminatum, & copioſam lucem in lentem, & cameram reflectens, clare in charta depingi; confuſas vero eſſe imagines, ſi experimentum veſpere v. g. inſtituatur, aut tum, cum exiguam lucem objecta recipiunt, & reflectunt. Secundo, quo foramen ſit amplius, lens vero purior;

eo

eo plures radios, ex eodem puncto emissos in chartam transmittunt, & clarior fit etiam imago; foramen autem est pupilla, lens vitrea humoris crystallini vices agit.

599. Hinc objecta interdiu clare, noctu, aut vespere oscure videmus; corpora luminosa, intense illuminata, alba, vivido colore prædita clare percipimus; objecta subobscura, nigra, remisso lumine illuminata, remota cæteris quidem paribus confuse videmus. Solem, Lunam trans nubes vix aliquando distinguere possumus, majori eorum luminis parte a nubibus ipsis interclusa.

QUÆSTIO SECUNDA.

600. *Unde tamen accidit, quod ii, qui morbo regio, seu aurugine laborant, omnia videant flava?*

Respondeo, quæstionem quæstione solvendo. Qui per vitrum cæruleum Solem v. g. aut quæcumque alia corpora intuentur, omnia vident cærulea: qui per flavum, flava; si per viride, viridia &c.: quin immo dum Solem observant Astronomi; unum, aut duo vitra rubea, aut cærulea adhibent, per quæ inoffensis oculis Solem videmus; illo tamen colore apparet, quo prædita sunt vitra. Omnia hæc pendent ex natura colorum superius tradita; igitur respondetur, ictericos ob superabundantem biliosum humorem oculis suffusum humores oculi habere flavos: dum igitur per crystallinum eo colore tinctum radii pertranseunt, eodem modo afficiuntur, atque dum transeunt per vitrum etiam flavum: hujusmodi autem vitra colorata, v. g. flava radios, quoscumque transmittant, ita afficiunt, ut colorem flavum induant: in retina igitur imago depingitur per radios modificatione flavos; eoque proinde colore suffusa apparent omnia objecta.

QUÆSTIO TERTIA.

601. *Quæ causa est visionis distinctæ, seu unde est, quod objecta distincte videamus?*

Respondeo: Ad visionem distinctam requiritur, ut retina radios ab eadem parte objecti prodeuntes excipiat in puncto concursus; hujusmodi igitur radiorum

rum concursus in eodem retinæ puncto efficit visionem distinctam.

602. Ex observationibus enim constat, tum solummodo in camera obscura, aut oculo artificiali objectorum imagines distincte depingi, cum radii ex singulis punctis objectorum emissi in singulis, & distinctis punctis chartæ concurrunt: at intra oculos eodem modo depingitur imago, ac in oculo artificiali, aut camera obscura, tumque solummodo anima distincte percipit, & videt objecta, cum distincta est illorum imago: imago igitur puncti A (*Fig.* 13.) distincte depingitur in puncto retinæ D, ubi radii pyramidis cum axe optico concurrunt, punctumque illud distincte videtur ab anima. Objectum similiter LN (*Fig.* 14.) distincte depingitur in DM, & distincte ab anima perciperetur, si in DM esset anima, aut ad illam ejus imaginis affectio transmitteretur.

603. Illa præterea ad visionem distinctam requiruntur, quæ claram efficiunt; cum ad distinctionem claritas visionis opus sit. Quædam tandem attentio animæ ad objectum, quod intuetur, necessaria est: id tamen potius requiritur ex parte animæ ad perceptionis sensum, quam ex parte objectorum ad repræsentationem, & claritatem imaginis, atque picturæ.

604. Nulla ergo objecta, oppones, videre possumus distincte. Nego: Ad ejusmodi visionem, inquis, requiritur, ut singula puncta objecti in singulis retinæ punctis depingantur: tot ergo esse debent puncta in retina, quot in objecto distincte viso; cum ergo retina sit objecto viso longe minor; nihil nos distincte videbimus. Respondeo nos uno eodemque tempore insensibili partem objecti retina nostra majorem non videre distincte: Id vero experimento edocebimur, si connitentibus nobis, per aliquid temporis in unum, idemque objectum, seu objecti partem data opera oculorum obtutum defigamus: vix enim nos integrum verbum, immo litteram distincte simul videre animadvertemus. Quoniam tamen oculorum axes maxime volubiles habemus, fit, ut insensibili fere tempore, quod non satis distinguimus, aut dividimus, in plura objecta oculorum obtutum consequenter vertamus, & distincte percipiamus, quæ nos

simul

simul videre existimamus. Deinde claritatem sæpissime pro distinctione usurpamus, & utramque confundimus. Ex dictis pendent, & deducuntur sequentia corollaria, & quæstionum solutiones.

COROLLARIUM I.

605. Ut igitur objectum aliquod distincte videatur, & appareat; debet in uno tantum loco in retina depingi, & in uno tantum loco extra oculum videri. Primum ex dictis evidenter infertur; distincte enim solum depinguntur, & videntur objecta, quorum radii cum axe optico concurrunt in eodem puncto: ergo si in plura retinæ puncta radii incidant, distincte non videtur objectum. Secundum ex primo deducitur: objectum, quod videtur in duplici loco, duplicem etiam in retina habet imaginem, & per diversos radios in diversis retinæ partibus impingentes depingitur; si enim in unico puncto concurrerent; unicum haberet axem opticum, & consequenter in unico appareret loco: ergo illius radii non concurrunt, & consequenter non apparet distincte.

COROLLARIUM II.

606. Si in eodem retinæ puncto diversorum objectorum radii, seu axes optici incidant; ea objecta non apparebunt distincta, sed confusa. Primo enim in eodem puncto multiplex erit diversorum objectorum imago: anima igitur ad plura simul attendens neutrum satis percipit, & distinguit. Deinde cum in eodem loco sint imagines, in eodem loco objecta apparebunt, ut ex superioribus Corollariis constat: confuse igitur videri opus est.

COROLLARIUM III.

607. Ex dictis visionis discrimina, & phænomena pendent. Radii vel in retina uniuntur, & concurrunt, vel ante, vel post retinam. Sit v. g. objectum A (*Fig.* 49.), pupilla B C, crystallinus M N, retina Q R, conus radiorum B A C: ab ingressu B, & C, potissimum vero in crystallino M N radii refringuntur, & conicam pyramidem priori oppositam effor-

efformant : vel igitur ita refringuntur , ut in retina E uniantur, vel concurrunt in O ante retinam, vel solum concurrerent in D ultra retinam , si opacitas tunicarum eorum productionem non impediret . Solum in primo casu distincte videtur , & depingitur objectum A ; in secundo , & tertio confuse : in secundo enim , cum ante retinam concurrant in O ; post concursum, & mutuam sectionem mutuo in contrarias partes divergunt , & ita divergentes , atque separati incidunt in retinam .

DEFINITIO.

608. *Myopes* vocantur ii homines , qui vicina quidem objecta clare & distincte , remota vero confuse vident , & percipiunt . *Presbitas* nuncupamus illos , qui remota objecta , non vero vicina distinguunt , & clare vident . Primo defectu juniores, secundo senes frequentius laborant . Qui vero & vicina , & remota distinguunt objecta , ii *oculis bene valentes* appellari possunt .

QUÆSTIO QUARTA.

Quid homines efficiat presbitas ; seu quæ causa sit , ut homines , potissimum vero senes , objecta solum remota distinguant ?

609. Respondeo : Hujusce rei causa ad hæc duo capita reducitur : Presbitæ omnes vel habent retinam crystallino plus , quam par est , vicinam , vel crystallinum humorem parum convexum . Utrumque ex superioribus observationibus eruitur : habes scilicet primo , quod per crystallinum humorem , aut per lentem vitream convexam oculo artificiali , aut cameræ obscuræ experimento adhibitam , radii refracti in punctum ad aliquam post lentem distantiam concurrant . Observamus 2. , radios transmissos per lentem minus convexam ad majorem distantiam concurrere , quam per lentem magis convexam . Observamus 3. , radios a remotiori objecto venientes citius post lentem uniri , quam radii a vicinioribus corporibus prodeuntes , & per eamdem lentem transmissi : hisce positis nullo negotio quæstionem solves , & causam

sam demonstrabis. Sit oculus M M (*Fig.* 50.) presbitæ, hoc est, remotum objectum B distincte, vicinum vero C confuse repræsentans: radii igitur B F, B G ab objecto remotiori B venientes concurrunt, & uniuntur in retina post refractiones in humoribus; radii autem C F, C G alterius vicinioris objecti in retinam impingunt non uniti. Rursus ex observatis radii a remotiori objecto B emissi citius uniuntur, quam radii vicinioris corporis: cum ergo radii B F, B G uniantur citius, & insimul in retina P; manifestum est, oculi M M retinam P esse crystallino L R proximiorem, quam esset, si objecta vicina distingueret.

610. Secunda causa in primam recidit: pone, retinam M P M esse satis remotam a crystallino L R: cum ergo in ea distantia L P uniantur radii B F, B G objecti remotioris; crystallinus non ita est convexus, ut radios ad exiguam distantiam L Q uniat: est igitur lens parum convexa. Rursus in hoc etiam casu radii C F, C G objecti vicinioris ad majorem distantiam H concurrerent, si illic esset retina: in hoc igitur etiam casu retina M P M oculi M M presbitæ est in minori a crystallino L distantia L P, quam esset, si in illa viciniorum corporum imagines depingerentur, & radii concurrerent.

611. Hinc apparet ratio communissimi illius experimenti, & observationum, quod scilicet ingravescente ætate, omnes fere homines fiant presbitæ, remota, non proxima distinguant; ætatis enim flexu aut aliquantulum exsiccatur, & contrahitur oculus, fitque retina crystallino propior; aut constringitur etiam ipse crystallinus, & fit majoris sphæræ segmentum, & lens minus convexa: atque utroque hoc de capite claram vicinorum corporum visionem amittimus, & remota tantum percipimus. Pone ex. gr. oculi M H M retinam esse a crystallino L R satis remotam, ita ut vicini objecti C imago in illa depingatur distincte; habes *Myopis* hominis oculum; objectum enim remotum B v. gr. ante retinam H in humore scilicet vitreo radios congregabit, imaginemque depinget, ac proinde non videtur distincte: pone iterum retinam M H M decursu temporis ad situm M P M versus crystallinum adduci: jam vicinum illud objectum C, quod prius distin-

guebas,

guebas, confuse tantum vides: objectum vero B remotum, & confuse prius visum, modo distinguis. Omnia hæc observatione manifeste probantur in oculo artificiali, & majorem etiam lucem a sequenti quæstione accipient.

QUÆSTIO QUINTA.

Quid tamen beneficii a conspicillis accipiunt presbitæ? quove pacto conspicillorum ope proxima objecta, etsi minuta sint, senes distinguunt?

612. Respondetur: Conspicilla, quibus utuntur presbitæ, sunt lentes convexo-convexæ XZ (*Fig.* 49.), quarum proprietas est, radios AB, AC ab eodem puncto A in illas incidentes ita refringere, ut post lentem vel concurrant in E, vel saltem magis post lentem, illa posita, quam illa sublata, convergant, ut in Dioptrica fusius exponitur: pone ergo, objectum A oculo Q vicinum, unum ex illis esse, quæ confuse videntur; illius igitur radii ABM, ACN citra conspicillum XZ, refracti in M, & N, seu in crystallino ad sese convergendo unirentur ultra retinam E in D, ac proinde cum ad retinam pertingunt, non sunt adhuc uniti, atque imaginem, & visionem efficiunt confusam: accedat conspicillum, seu lens XZ: radii AB, AC tendentes antea per XB, ZC divergendo, modo ob refractionem in lente magis convergunt, & tendunt per XY, ZK paralleli, aut convergentes: radii ita convergentes non per B, & C, ut antea, sed per Y & K transeunt, magis ad se invicem accedendo: posita igitur in K, & Y nova refractione, quam patiuntur in crystallino, non jam ad D, ut antea, sed ad E diriguntur, & confluunt: ergo ope conspicillorum convexorum fit, ut objecta vicina, quæ prius confuse, distincte modo depingantur in retina, & distincte videantur.

613. Idem omnino observatur in oculo artificiali; si enim objectum ita oculo admoveas, ut illius imago in retina vitrea distincta appareat; postea vero idem objectum magis admoveas, ut imago confusa depingatur, radiis post retinam concurrentibus; tum vero conspicillum, seu lentem convexam ante oculi artificialis lentem constituas, imago vicini objecti,
quæ

quæ prius erat confusa, distinctissima iterum apparebit.

QUÆSTIO SEXTA.

Quæ causa sit visionis Myopum? seu quare plurimi homines objecta solummodo vicina distinguunt? Omnes homines, & alia animantia etiam relate ad objecta valde remota a nobis, v. g. per duo aut tria milliaria distantia, myopes sumus: proprie tamen eos solum myopes dicimus, qui intra ipsos etiam duorum, aut trium milliarium distantiæ terminos objecta solummodo paucos passus, vel etiam palmos, aut digitos ab ipsis remota distinguunt. Quæ hujus visionis causa?

614. Respondetur: Causa visionis Myopum est, quod retinam habeant nimis a crystallino remotam, aut crystallinum nimis convexum: contraria scilicet est causa, quemadmodum & effectus visionis Myopum, ac visionis Presbitarum. Sin tria objecta E, H, K (*Fig.* 51.) inæqualiter ab oculo P A remota; ex demonstratis quæstione quarta, objectum remotius E depingitur, illiusque radii uniuntur in puncto O, in minori scilicet a crystallino M M distantia: objectum vero vicinius K in P, longius a crystallino M M depingitur: oculus igitur distinguens objectum remotius E retinam habebit in O, crystallino M M proximiorem; distinguens autem objectum vicinius K, illam habeat in P a crystallino remotiorem, opus est.

615. Secunda ratio in primam iterum recidit, ut superius jam circa presbitas demonstravi. Suppone, per lentem majorem M M radios vicinioris objecti K in P concurrere, ergo ex dictis supra (*n.* 650., 631.) per lentem N N, minoris sphæræ segmentum, ac proinde convexiorem, ejusdem objecti vicini K radii in minori distantia O unientur: in hoc igitur casu oculus, cujus retina est in O crystallino vicina, est myops: in eodem tamen casu in minori semper distantia objecta quæcumque remota depingentur, eorumque radii concurrent, ut diximus: in hoc igitur etiam casu vera adhuc est prima causa, quod scilicet myopes retinam habeant a crystallino remotiorem, quam presbitæ.

QUÆ-

QUÆSTIO SEPTIMA.

Quibus conspicillis, & qua ratione myopum defectus corrigatur?

616. Respondetur: Omnia in myope contraria ratione, atque in presbita efficiuntur: lentem adhibent convexo-convexam presbitæ, concavo-concavam E F O H myopes: prima lens D E (*Fig.* 50.), ut jam suppofui, radios B D F, B E G citius unit, quam, sublata lente, unirentur; eaque propter presbitarum vitio occurrit: secunda radios magis separat, & dispergit, quam, lente remota, dispergerentur, atque proinde longius a cryſtallino concurrere ope novæ refractionis in cryſtallino ipso permittit. Ut hoc melius capias, refractionis legem iterum perpende. Sit objectum A L extra centrum concavæ lentis E B F (*Fig.* 52.); illius radius A B incidat in lentem concavo-concavam E F, ab aere nimirum in vitrum: linea perpendicularis ad hujusmodi lentem est CBE ex centro C per punctum B ducta: ergo radius A B in B priorem semitam B H deserit, & novam incipit B E accedendo ad perpendicularem B E: aliam similiter refractionem patitur in puncto egressus, qua magis adhuc deflectit a priori semita A B H.

617. Hisce positis, radii E T R, E V S ab objecto longinquo E venientes, qui, sublta lente T V, per T X, & V Z (*Fig.* 51.) transirent, essentque minus inter se divergentes, atque prope cryſtallinum MNM ante retinam A P unirentur, modo, posita lente concava T V, per T R, & V S diriguntur, magisque a se mutuo, quam antea divergunt: & hinc refracti in punctis RS, atque in cryſtallino ad majorem a cryſtallino MM distantiam MP, hoc est in oculi myopis retina concurrunt: posita ergo lente concavo-concava distincte, illa sublata, confuse depingitur in retina objectum remotum E: lentis igitur concavo-concavæ T V beneficio myopum defectibus occurritur.

QUÆ-

QUÆSTIO OCTAVA.

Quid tamen est, quod aliqui, immo plurimi sint, qui & vicina, & remota distinguant objecta?

618. Respondetur: Nullo negotio ex dictis rem explicabis: ii omnes, qui oculis ita bene valent, ut vel invariato crystallino humore L R (*Fig.* 50.) oculum modo contrahant, modo longiorem efficiant; ac proinde retinam P modo ad crystallinum L R magis admovent usque ad punctum Q, modo pro libito illam magis removent, v. g. ad punctum H; vel etiam invariata retinæ distantia, crystallinum L R modo magis complanant in forma L R, modo magis contrahunt, conglobant, & convexiorem efficiunt, ut X X; ii, inquam, omnes pro libitu modo vicina, modo remota distincte vident; retinam enim adducendo, remota, removendo, viciniora distinguunt, ut satis liquet ex dictis.

QUÆSTIO NONA.

Quæres etiam, quare per conspicilla senes quidem vident objecta majora, juvenes vero, seu myopes illa vident proximiora, & minora, quam in re existant?

619. Idem est ac quærere, quare lentes concavæ objectum minuant, & admoveant; convexo-convexæ augeant, & removeant? Respondetur: Hæc omnia ex eadem lege refractionis, & diversa lentium forma derivantur: ex modo exposita radiorum refractione in lente concavo-concava E B O evidens est, radios A B, L M ab objecto A C L emissos post lentem magis divergere per O N, H I, quam, lente ablata, divergerent: Quoniam ergo objectum A C L (*Fig.* 52.) videtur ex I D N per radios I H B S, N O M R continuatos; apparet minus, quam reapse existat: & hinc etiam remotius esse existimatur. Qua vero ratione lens convexo-convexa, qua utuntur presbitæ, objecta exhibeat majora, jam superius dixi, & fusius in Dioptrica exponitur.

Plurima alia hic etiam quæri, & solvi possent huc-

usque dictis affinia; verum ne in immensum eat res, vela contrahimus, alia Opticæ scriptoribus relinquentes.

QUÆSTIO DECIMA.

Quæ causa est, ut alia objecta majora, alia minora videamus, seu quo pacto objectorum magnitudines videmus.

620. Plurima involvuntur in hac Quæstione. Quæri in primis potest, utrum omnes nos eadem objecta in eadem a nobis distantia posita æque magna videamus? De se enim ipso refert *Gassendus*, quod objecta eadem uno oculo majora, minora altero videret: si igitur id in duobus ejusdem hominis oculis fuit observatum; fieri potiori jure poterit in diversis hominibus. Forte etiam illa, quæ nobis apparent parva, minoribus animalibus, potiorique jure insectis, objecta immensæ molis repræsentantur. Secundo, Quæ generatim causa sit majoris, vel minoris magnitudinis, sub qua objectum videmus? Extra dubium enim est, unum idemque objectum, modo majus, subinde minus nobis apparere. Tertio, An objecta nobis appareant ea magnitudine, quam in se ipsis habent? Quarto, Unde sint illæ fallaciæ, quibus obnoxii sumus, dum de longinquorum corporum magnitudine judicamus? Hæc omnia sequentibus Propositionibus exponemus.

PROPOSITIO XXXIII.

621. *Generatim nobis apparent majora, quæ sub majori angulo videntur.*

Dentur duo, aut plura quæcumque objecta æqualia, aut inæqualia A C, D E (*Fig.* 15.), in quæ oculos vertamus, apparebit majus illud A C, quod sub majori angulo A B C videtur, aliud vero D E, sub minori angulo D B E visum, apparebit minus. Anguli imaginum F B G, H B I sunt æquales angulis opticis A B C, D B E: quoniam igitur angulus opticus A B C, objecti A C est major angulo optico D B E objecti D E; etiam imago F G a majori angulo F B G efformabitur, quam imago H I: imago igitur F G est ma-

major, quam imago HI: quoniam igitur anima videt objecta per imagines; majus videbit objectum AC, quam DE.

COROLLARIUM I.

622. Objecta igitur omnia, quæ sub æquali angulo optico videntur, æqualia apparent, cujuscumque illa magnitudinis sint, aut in quacumque distantia existant: deducitur evidenter ex Propositione, & eadem ratione demonstratur. Hinc vero patet, objecta valde inæqualia, majora & majora sub eadem magnitudine apparere posse: rectas enim BAQ, BC (*Fig.* 53.) angulum opticum efficientes in B, ulterius in infinitum producamus: productæ magis semper & magis a se invicem removentur, & distant; objecta igitur AC, OC, PC semper majora & majora comprehendunt: ea igitur objecta omnia majora & majora, quorum extrema a rectis BA, BC definirentur, æqualia apparerent.

COROLLARIUM II.

623. Quoniam igitur imagines sunt, ut anguli; anima autem ope imaginum, & secundum proportionem, ac magnitudinem imaginum sibi etiam repræsentat, & videt objecta; eo majus apparebit objectum quodcumque, quo sub majori angulo videbitur: minus, quo minor etiam fuerit illius angulus opticus. Manifeste id videtur in figura, ubi quo minor est angulus ABC objecti existentis in E, eo minor est illius imago HI; quo major fuerit angulus ABC, objecto posito in D, eo major etiam erit imago FG.

COROLLARIUM III.

624. Hinc idemmet objectum AC similiter positum, v. g. arbor recta, vel homo stans rectus, aut ambulans, recedens ab oculo B, vel in variis semper ab oculo distantiis existens, minus semper, & minus apparebit, vel sub variis semper magnitudinibus videbitur. Accedente vero ad oculum B objecto, majus semper apparebit. Si enim idem objectum AC, sibi

semper positione simile, paullatim ab oculo B recedat a D usque ad N, ductis a centro oculi B (*Fig.* 53.) ad illius objecti extremitates radiis, seu axibus opticis B A, B C angulos opticos A B C efformantibus, vides, quod objecto recedente, decrescit, & acutior fit angulus, & minuitur pariter imago intra oculum ab iisdemmet axibus in retina depicta: objecto enim posito in D, imago est F G; existente in E, est H I, collocato in N, est K O. Quod si idem objectum ab N versus oculum regrediatur ad D, positione semper sibi simile; manifeste vides, & utrumque angulum, & imaginem paullatim ampliari.

625. Oppones contra Corollarium & propositionem: *Si res ita esset, homo positus in E v. g. ad distantiam viginti passuum ab oculo nostro B duplo fere major apparere nobis deberet, quam positus in L ad distantiam scilicet prioris duplam: in E enim videretur sub angulo duplo illius, sub quo appareret in L; imaginem proinde haberet duplam: atqui hoc est contra experientiam: ejusdem enim magnitudinis nobis esse videtur, & apparet homo idemmet ad quinque, aut ad decem passus existens.*

626. Respondetur: Propositionis, & corollarii veritas luculentissime probatur. 1. Homo antea cæcus visum postea recuperavit, cum videndi experientia esset penitus destitutus, & objectorum primo imagines, atque magnitudines videre, atque agnoscere inciperet; objecta v. g. hominem ad duplam distantiam positum duplo minorem esse existimabat. 2. In nobismetipsis, dum objecta videmus, quorum magnitudinem, & distantiam ignoramus; in eo enim casu cæco illi æquiparamur. Quære a rustico, quænam sit major, Luna, an Stella? Luna, respondebit: unde hoc habes, quæro; quia, subridendo reponet, majorem illam video, hoc est, ut philosophico loquendi modo utamur, quia major Lunæ, quam Stellæ in oculo est imago. In casibus tamen familiaribus, in quibus nos & veram objecti magnitudinem, & distantiam, & diminutionem ex distantia oriundam agnoscimus, longa consuetudo, experientia, & præjudicium a cunis haustum nihil nobis ad imaginum discrimen attendere permittit: judiciumque ex imaginum ratione efformandum contrario judicio, longa, & indubia experientia confirmato, emendatur.

PHÆ-

PHÆNOMENA.

627. *Hinc sequentia phænomena optica nullo negotio explicabis:* 1. *Si in* A *inter duas parallelas* B C, D E (Fig. 26. Opticæ) *constitutus, parallelas ipsas in longum productas adspicias, ipsæ tibi non parallelæ, sed versus partem* O *tibi oppositam convergere, & tandem concurrere videbuntur: ductis enim rectis* F G, X Z, C E *ad parallelas perpendicularibus, atque earum distantiam referentibus;* F G *major tibi apparebit, quam* C E; *cum angulo* C A E *major sit angulus* F A G: *ergo minus distare inter se videntur, ac proinde magis convergere in* C E, *quam in* F G: *quod si igitur tantum parallelæ producantur, ut jam earum distantia v. g.* C E *sit oculo* A *insensibilis; concurrere videntur.*

628. Secundum: *Hinc est, quod, dum per longum, & rectum iter inter duplicem arborum ordinem parallelum recreationis causa ambulamus, si ab alio extremo longos arborum ordines ad oppositam usque extremitatem intueamur; arborum ordines eo magis ad sese accedere videantur, quo remotiores a nobis existunt. Causa vero est eadem modo dicta, quod scilicet communis illa, & eadem duplicis arborum ordinis distantia eminus spectata, minor semper, & minor appareat, quo magis fuerit remota.*

629. Tertium: *Si in longam & rectam viam ædificiis utrimque constructis ornatam ingrediaris, atque ab uno extremo in aliud spectes; angustiorem sensim apparere viam, & minus a se invicem distare ædificia sibi ex utraque parte respondentia, pro majori a te distantia comperies. Idem observamus, cum in longum ambulacrum ingredimur: pavimentum versus oppositam extremitatem attolli, & tectum deprimi videtur. Quorum omnium una eademque est ratio.*

630. Quartum: *Habes hinc etiam causam opticam quotidiani, & vulgaris phænomeni: dum horizontem circumspicimus, nubes, & cælum ipsum, hoc est, cæruleum illud, quod cælum esse, a vulgo existimatur, cælique nomine intelligitur, cum terra conjungi videntur: immo nubes terram contingere apparent; licet eamdem ab illa habeant distantiam, atque illæ, quæ nostris imminent capitibus: pro majori enim a nobis distantia nubes magis deprimi, terra magis elevari vi-*

detur; dum, quæ interponitur distantia, sub minori semper, & tandem insensibili angulo videtur.

631. Quintum: *Tandem, ut plura alia omittam, cum e littore mare intuemur, illius convexitatem supra littora, & continentem altius elevari nobis apparet, & fallacia optica judicamus: & hinc ex phænomeno, & fallacia optica hominum vulgus, & quamplures etiam alias in scientiis eruditi, mare supra continentis libellam elevatum esse concludunt.*

COROLLARIUM IV.

632. Si ex puncto quocumque E F D circuli in objectum aliquod B C (*Fig.* 21.), per cujus extrema transeat ejusdem circuli periphæria, intueamur, semper id objectum apparebit æquale, seu ejusdem magnitudinis, quantumvis objectum ex puncto extremitati B proximo adspiciamus. Omnes enim anguli E, F, D ad circumferentiam sunt æquales; cum sint dimidium anguli ad centrum eidem arcui insistentis: sub angulis igitur opticis semper æqualibus appareret objectum.

In eo igitur casu videretur objectum ex centro duplo majus, quam ex circumferentia: cum angulus ad centrum sit duplus anguli ad periphæriam.

Ex minori igitur distantia potest apparere objectum multo minus, quam ex majori appareat; hoc autem pendet ex diverso situ, & positione dissimili, quam habet relatu ad observatorem.

PROPOSITIO XXXIV.

633. *Quæ sub insensibili angulo videntur, insensibilia nobis sunt, & penitus evanescunt, ac disparent.*

Propositio ex superioribus sponte deducitur. Pone enim objectum magis semper & magis ab oculo removeri: minor semper & minor evadit angulus opticus A B C (*Fig.* 56.), ac proinde etiam angulus figuræ F B G, & figura ipsa minor semper fit, quoad duo latera anguli A B, B G sensus judicio in unicam rectam congruant, figuraque F G in unicum punctum sensibile reducatur.

634. Alio etiam de capite, aucta distantia, insensibilia, & invisibilia tandem nobis fiunt objecta: quod sci-

scilicet paucissimis, debilissimis, & penitus insensibilibus radiis nos feriant, nullumque in nobis producant sensum.

635. Ex primo capite facile deduces, nullum esse corpus, quantumvis magnum, quod ultra certam ab oculo distantiam positum non dispareat: recedente enim objecto, ad insensibilem angulum tandem devenitur; ultra id punctum non amplius apparet. Hinc integrum universum, nobis ab illo recedentibus, tandem dispareret; disparent etiam quamplurimæ fixæ stellæ Soli nostro æquales, quas numquam inermi oculo videmus; dispareret etiam Sol oculo in prædictis stellis locato.

636. Ex secundo capite inferes, quare e duobus corporibus æqualibus, aut inæqualibus, luminoso tamen uno, opaco altero, ad æqualem vel inæqualem distantiam remotis, luminosum sæpe sæpius minus, & remotius, videamus, illuminatum vero, majus, & vicinius dispareat: multo enim copiosius, atque vivacius e luminoso, quam ab illuminato in nos lumen emittitur.

PROPOSITIO XXXV.

637. *Magnitudines quæcumque quæ oculo apparent æquales, sunt inter se, ut distantiæ; si sint oculo similiter oppositæ.*

Sint magnitudines quæcumque B F, E G (*Fig.* 17. *Opticæ*) apparenter æquales, hoc est, sub eodem, aut æquali angulo optico E A G visæ; magnitudo B F est ad magnitudinem E G, ut distantia A F ad distantiam A G. Cum enim duo triangula A B F, A E G sint similia per hypothesim; erit latus A F ad F B, ut A G ad latus G E. Manifesta res est, non loqui nos in hac propositione de massa objectorum apparentium, sed tantummodo de magnitudine superficierum visarum; massæ enim per alias Physicæ, & Geometriæ regulas eruuntur.

638. Hinc vero patet, quanta sit relatio, inter distantias, & apparentes, verasque objectorum magnitudines: & quo etiam pacto ejus relationis beneficio duo hæc problemata in Physica passim, in quotidianis usibus humanis, in Astronomia vero maxime occurrentia, & necessaria solvantur: Primum, *Data di-*

distantia, & apparenti magnitudine, seu angulo optico objecti, v. g. Solis, magnitudinem veram calculo invenire. Secundum; *Data objecti, v. g. Solis, magnitudine vera, & apparenti, seu angulo optico, sub quo videtur, veram illius objecti ab oculo distantiam invenire*. Si objecta sint sphærica, qualia sunt corpora cælestia, nullo alio præter regulam auream opus est, ad problematum solutionem: si alias habeant figuras, v. g. si sit arbor eminus visa, nota etiam esse debet illius ad lineam visionis positio.

639. Ex propositione patet, qualis sit multiplicis oculorum fallaciæ fons, & principium. Omnia illa corpora, quæ apparent æqualia, aut inæqualia, & quorum distantiam ignoramus, talia in re ab hominum vulgo existimantur, qualia oculo apparent. Solem v. g. & Lunam, vix rusticum hominem induces, ut inæquales esse credat; quin imo utrumque sui plaustri rota paullo solummodo majus sibi fingit: Stellas vero fixas, quasi totidem faculas in cælo accensas existimat: cum enim eorum corporum distantias, & distantiarum discrimen ignoret; talia illa esse existimat, qualia apparent, & videntur, eorum semper imagines, & magnitudines cum notis, & familiaribus sibi rebus conferendo.

PROPOSITIO XXXVI.

640. *Ejusdem objecti* C E (Fig. 18.) *ex diversis, & magnis quidem distantiis* D B *visi magnitudines apparentes sunt inter se in ratione reciproca distantiarum*. Propositionem non in rigore geometrico, sed quoad sensum intelligimus. Sint v. g. D E, B E magnæ quædam distantiæ: & prior D E duplo major, quam secunda; apparebit objectum in D duplo minus, quam in B. Quoniam enim distantia B E ponitur satis magna; sunt rectæ D E, D C sensu æquales; sunt igitur C B, B E, & consequenter C B, B D etiam æquales: in triangulo igitur C B D sunt anguli C, D æquales (a): est autem angulus opticus C B E externus duobus internis oppositis C, & D simul æqualis (b): ergo est alterius D v. g. duplus.

§. II.

(a) *Geometriæ Elem.* 3.
(b) *Geometr. Elem.* 1.

§. II.

DE VISIONE MOTUS, ET FIGURÆ CORPORUM,

ATQUE OCULORUM FALLACIIS,

Quæstiones, Problemata, & Phænomena optica.



QUÆSTIO UNDECIMA.

Quomodo videatur, & percipiatur motus corporum?

641. Respondetur: Ex pluribus & variis affectionibus, quas corpora mota in oculo imprimunt, eorum motus ab anima percipitur: affectiones autem, ex quibus motum corporum oculo objectorum percipimus, ad sequentes reducuntur.

642. Primo: Imago corporis per retinam oculi immoti movetur: ex quo moveri objectum deprehendimus. Pone enim, muscam in puncto A v. g. existentem per lineam AC rectam ad punctum usque C (*Fig.* 15.) moveri: illius imago, quæ prius erat in G, per GIHF progredietur, in partem scilicet muscæ directioni contrariam: dum igitur musca ab A ad C progreditur, illius imago a G ad punctum F intra oculum movetur, atque per hujusmodi imaginis motum corpora moveri percipimus. Hoc modo aves v. g. transversim ante nos ab una, ad aliam partem volantes, moveri percipimus. Opus tamen est, oculum immotum esse, aliter fieri potest, ut moto oculo, objecto vero immobili, hic in retina imaginis motus fiat, atque translatio; in quo tamen casu mox exponendo motus apparens nascitur; vel igitur objectum stet, & moveatur oculus, vel moveatur objectum, stante oculo; objecti imago movetur, & veluti ab una, ad aliam partem obambulat.

643. Secundo: Incrementum, vel diminutio imaginis ejusdem objecti intra oculum immotum objecti ipsius

ipsius motum nobis prodit. Concipiamus scilicet, objectum remotum AC (*Fig.* 53.) a puncto N ad oculum B sensim admoveri: illius imago, dum existebat in N, est OK; objecto ad oculum usque v. g. D accedente, ejus imago sensim crescit, & ampliatur in magnitudinem FG; quoniam igitur agnoscimus, imaginem augeri, crescente angulo optico; angulum crescere, decrescente objecti distantia; verum inde objecti motum inferimus.

644. Tertio ex motu ipso oculorum hominis immoti relatu ad objectum, & objectum semper intuentis, verum in objecto ipso motum existere conjicimus. Si enim nobis immotis, ut objectum ipsum intueamur, oculos versus alteram partem paullatim intorquere opus est; objectum in eodem loco non consistit.

645. Quarto, si eodem modo semper objectum nobis appareat, dum nos vere movemur, & motum nostrum animadvertimus, objectum ipsum una nobiscum moveri recte existimamus. Ex majori etiam, vel minori efficacia luminis, qua idem objectum eodem modo luminosum, aut illuminatum nos feriat, distantiam inter oculum & objectum minui, vel augeri judicamus: motumque proinde in objectum referimus, nisi nos ipsos moveri animadvertamus.

Atque hæ sunt potissimæ causæ, quibus corporum motus dignoscimus.

646. Ex his tamen aperte deducitur, a nobis solummodo percipi motus corporum relativos ad oculum. Si enim objectum relatu ad oculum quiescat, & eumdem situm servet; eodem modo oculum afficit, ac proinde immotum apparebit, si nullum in se ipso motum oculus animadvertat. Id vero observatur in homine navi delato, motum suum non animadvertente, & navis puppim v. g. intuenti: illam enim numquam moveri existimabit.

QUÆSTIO DUODECIMA.

Quænam tamen est causa motus apparentis, & quietis apparentis.

647. Respondetur: Istæ imaginum mutationes, & accidentia, ex quibus objectorum motum dignoscimus,

mus, vel provenire possunt ex motu objectorum, vel ex motu oculi, vel ex motu utriusque. Rursus oculus vel movetur, & motum suum animadvertit, vel movetur, & motum suum ignorat; vel quiescit suæ quietis inscius, aut conscius: hisce positis, si oculus quiescat, atque in eo accidant illæ imaginum mutationes, affectiones, & accidentia superiori quæstione explicata; verus in objectis ipsis est motus, motumque ipsum ob expositas modo rationes anima ipsa percipit. Loquimur inpræsentiarum de visione solum directa citra ulla specula; me enim non latet, quæ per reflexionem in speculis oriri possint fallaciæ.

648. Si objectis quiescentibus oculus movetur, motum tamen suum non animadvertit, & se quiescere existimat, prædictæque imaginum mutationes, & affectiones intra oculum fiant; moveri videbuntur objecta, hoc est, motum suum in objecta oculus referet. Etenim eædem imaginum mutationes fiunt, vel immoto objecto, moveatur oculus, vel immoto oculo, moveatur objectum: ex illis autem mutationibus motum vere existere anima percipit. Cum igitur moveri ipsa non animadvertat; motum in objectum transfundit. Porro nos quiescere potissimum arbitramur, cum nihil laboris, aut nisus ad motum in nobismet ipsis experimur. Hæc igitur causa est omnium motuum apparentium.

649. Hinc vel ad Fluminis ripas, seu Maris littora navi accedas, vel ab iis recedas; ripas & littora moveri existimas, atque ad te in primo casu accedere, in secundo recedere arbitraris: similiter dum prono alveo delaberis, vel vento spirante per fluvium navigas, fluminis ripas per directionem oppositam moveri arbitraris. Idem in plurimis aliis casibus evenit: scilicet motum ipse tuum non animadvertis; cum minime defatigeris, neque ad movendum aliquid virium adhibeas; ex alia vero parte incrementa, decrementa, & motus imaginum objectorum intra oculum facta te de vero existente motu admonent: vel enim tu ad ripas, vel ad te ripæ accedant, illarum intra oculum augetur imago: nihil igitur superest, nisi ut in objecta ipsa motum referamus. Et hinc nos etiam (ut semper suppono) supra tellurem circa Solem delati, omnes motus telluris in Solem quiescen-

tem

tem referimus; cum motum nostri globi, hoc est, nostrum non animadvertamus. Simili ratione quietem apparentem explicabis.

QUÆSTIO DECIMATERTIA.

Qua ratione oculus distinguat, & percipiat objectorum figuram?

650. Respondetur: Oculus, seu potius anima objectorum veram figuram per eam, quam illorum imagines in retina habent, percipit, & cognoscit. Res patet ex theoria, atque observationibus hactenus traditis; in retina enim imago, & figura objectis similis depingitur, per illamque anima ad objectum percipiendum, excitatur: ad veram igitur objectorum figuram cognoscendam excitatur per eam, quam in retina habent illorum imagines. Pone, objectum A C (*Fig.* 15.) esse lineam rectam; illius imago G F erit linea recta supra superficiem curvam projecta, atque per singula hujusce imaginis puncta ad totidem alia respondentia in objecto puncta percipienda agitur anima.

651. Illa igitur objecta ab anima videntur quadrata, rotunda, angularia, quæ quadratam, rotundam, angularem in retina habent imaginem, & figuram. Illa moveri, saltare, tripudiare, quiescere, quorum imagines in retina moventur, saltant, tripudiant, quiescunt in sensu superius explicato.

652. Fallitur tamen aliquando oculus? Respondetur; oculus, & quæ in oculo fit objectorum repræsentatio, neque se ipsum, neque animam fallit: si proprie loqui velimus. De objectis illorumque distantia, motu, figura, quiete nullum fert judicium oculus, aut expressa in oculo objecti pictura, seu repræsentatio. Animam etiam non fallit, cum objectum repræsentet, aut fieri per leges physicas debet. Una anima est, quæ se ipsam præcipiti judicio circa veram illam objecti repræsentationem fallit: oculus vero, seu repræsentatio falli, aut fallere animam sæpe dicitur, eo quod aliquam animæ præbeat occasionem fallaciæ, & falsum de objectis judicium ferendi; quatenus scilicet objecta aliqua animæ exhibet eo modo, quo diversæ figuræ, aut magnitudinis ob-

objecta exhibentur, ac repræsentantur: v. g. linea curva C O E (*Fig.* 20. *Opticæ*) eminus spectata secundum planum C B E, in quo jacet, perinde in retina apparet, & repræsentatur, atque recta X Z: littora accedenti nautæ perinde in oculo depinguntur, ac si moverentur. Verum recte in hisce omnibus casibus, & secundum regulas naturæ objecta repræsentantur; si enim aliter repræsentarentur, notissimæ, & consuetæ natura regulæ non observarentur. Sensus igitur neque falluntur male judicando, neque fallunt, objectum male exhibendo: anima est, quæ fallitur, dum imprudenter, & præcipiti judicio ex æquivoca objecti repræsentatione, nulloque ulteriori habito examine ad certum aliquem statum, figuram v. g. magnitudinem, aut motum objecto tribuendum, aut referendum procedit. Dum navarchus ripæ accedit aliud oculus ex objectorum imaginibus sensim crescentibus animæ non indicat, nisi quod distantia inter oculum, & objectum minuatur, undecumque illa imminutio proveniat, præcipiti igitur judicio sese fallit anima, dum ex æquivoco illo motus objecti indicio motum objecto tribuit.

653. Quæres tamen, cur objecta remota, quamcumque habeant figuram, v. g. turrim quadratam, videmus rotunda? Quia, crescente distantia, objecta minuta paullatim disparent, dum adhuc majora videntur: anguli autem turris sunt objecta minuta; iis igitur in magna distantia disparentibus, necesse est, ut turris sine angulis appareat.

654. Quæres secundo, cur lucernæ flamma, quæ pyramis est, eminus spectata apparet rotunda, immo circulus luminosus, & amplus? Respondetur, Id quidem myopibus præcipue accidere, & mihi quidem ex præcipua templi porta plurimas candelas adspicienti supra aram principem ardentes, illarum flammæ, tot ampli luminosi circuli se se aliquando contingentes apparent: causa vero est quod radii pyramidis luminosæ D A E uniuntur in S ante retinam O R (*Fig.* 54.): in S igitur est pyramidis radiosæ oppositæ D S E cuspis S: radii igitur sese in S intersecantes aliam pyramidem O S R post S efficiunt, dumque in retinam incidunt, disjuncti sunt, & circularem habent formam O R, basim scilicet pyramidis O S R ob rotunditatem pupillæ, per quam radii

in

in oculum ingrediuntur: ob circulum igitur luminosum OR, videtur flamma A, tamquam circulus.

655. Quæres tertio; Cur ſtellas radiorum capillitio ornatas, & circumdatas videmus; cum ipſæ in ſe ſint rotundæ: ſtellæ enim per teleſcopia viſæ, tamquam lucentia puncta apparent, multoque minora, quam nudis oculis viſæ: licet teleſcopia objectum augeant? Reſpondeo; mortales omnes ad ſtellas fixas relati, tot leucarum milliones a nobis diſſitas, myopes exiſtimus: ex data igitur modo cauſa circa ardentium lucernarum phænomenon ſtellas etiam videre deberemus, tamquam circulos luminoſos longe quidem ampliores, quam in ſe exiſtant; quoniam tamen ob enormem ſtellarum diſtantiam lux, ab illis in oculos noſtros emiſſa, eſt valde debilis, pauciſſimique radii oculum ingrediuntur; inde eſt, quod circulus OR non habeat periphæriam luminoſam continuam, ſed magnis intervallis interruptam; & hinc circa ſtellas interruptum illud radiorum capillitium videmus.

656. Quæres quarto: Unde ſunt radii illi, & longiſſimi quidam luminis ductus, qui dum faces accenſas palpebris conniventibus intuemur, ab iis erumpere, & ad oculum uſque protendi videntur? Reſpondetur; Si cilia noſtra pilis inſtructa non eſſent, nulla hujuſmodi filamenta intueremur, illa igitur aliud non ſunt, quam radii e lucerna emiſſi, & in ciliis reflexi, atque inde ad oculum remiſſi: palpebris utique valde apertis hujuſmodi luminoſa filamenta non obſervamus. Alia multa prætermittimus, ne longius, quam par eſt, abeamus.

CA-

CATOPTRICA PHYSICA SEU OPTICÆ PARS SECUNDA DE REFLEXIONE LUMINIS, VISIONE REFLEXA, ET SPECULIS.



LECTIO XIII.

De Reflexione lucis, illius causa, proprietatibus; Phænomenis.

DEFINITIO.

657. HActenus primam generalis Opticæ partem, quæ de visione directa disserit; tantummodo explicavimus: ad secundam modo generalis ipsius opticæ partem, vel si mavis, affine argumentum, Catoptricam, scilicet, exponendum descendimus.

658. Etenim præter generalia lucis attributa, quæ directam illius propagationem consequuntur, & directæ visionis causa existunt, duas alias & maxime quidem notabiles in luce ipsa proprietates ratio, & quotidiana experimenta demonstrant. *Reflexionem*, & *Refractionem*, quæ totidem nobilissimarum Opticæ partium, Artium, & facultatum fundamenta sunt, *Catoptricæ* nimirum, & *Dioptricæ*. *Catoptrica* igitur est scientia, cujus fundamentum, & objectum est radiorum luminis *reflexio*, ejusdemque reflexionis] causa, leges, proprietates, phænomena, hoc est, omnia speculorum genera.

DE-

DEFINITIO.

659. Cum lumen sit corpus, ut hactenus demonstravimus, & e corporibus, seu corporum, in quæ illabitur, superficie resiliat; in hujusmodi reflexione locum etiam habent, quæ alias definivimus: *Radius* nimirum *incidens*, seu *directus* A B (*Fig.* 62.), *radius reflexus* B D, *Angulus incidentiæ* A B F, *Angulus reflexionis* D B H, *superficies reflectens* X Y, & *planum reflexionis*: omnia, inquam, hæc explicavimus, cum de corporum reflexione disseruimus, quo lectorem remittimus, ne eadem repetamus.

DEFINITIO.

660. Recta B E ab objecto, seu luminoso B (*Fig.* 1.) ad superficiem reflectentem E G, aut illius planum ulterius productum perpendicularis, dicitur *Cathetus* incidentiæ: *Cathetus* autem reflexionis nuncupatur recta G C, ab oculo C in eandem superficiem perpendicularis. Punctum A, in quod radius directus incidit, & e quo remittitur, *punctum reflexionis* nuncupatur. Recta A D a puncto reflexionis A erecta, & ad superficiem reflectentem E G. perpendicularis, *axis reflexionis* appellatur.

Angulus Inclinationis est Angulus, quem efficiunt radius incideus, & axis reflexionis, nimirum B A D.

DEFINITIO.

661. Præterea corpora, seu superficies, e quibus lumen reflectitur, vel sunt scabræ, vel lævigatæ: primæ radios quaquaversum versus omnes partes nullo ordine reflectunt, ut statim explicabitur: neque multa nobis exhibent consideratione digna. Secundæ radios omnes luminis in illas allabentes certis quibusdam legibus, & regulis remittunt, & vocantur *Specula*. *Speculum* igitur aliud non est, quam superficies lævigata lumen copiose reflectens. Multiplicis figuræ esse possunt; alia sunt plana, ut F H (*Fig.* 2. 7. 13.) alia vero curva A B C, G D H B. Rursus specula curva, vel sunt *convexa*, ut A B C, vel *concava* G D B. Priora sunt superficies convexæ, & lumen

men reflectentes, v. g. segmentum convexum unius *sphæræ* ABCD: posteriora autem sunt superficies concavæ corporum, v. g. *Sphæræ*, *cylindri*. Specula curva sunt, atque nuncupantur *sphærica*, *cylindrica*, *parabolyca*, *ellyptica*, *hyperbolica* &c. prout superficies ipsæ sunt segmenta superficierum *cylindri*, *sphæræ*, *corporis parabolici*, *ellyptici*, *hyperbolici* &c. Porro corpus parabolicum est illud, quod gigneret Parabola OAN (*Fig.* 66.) circa axem suum ABM conversa: idem similiter dictum habe de corpore ellyptico, hyperbolico, & aliis.

PROPOSITIO XXXVII.

662. *Lucem in corpora illapsam ab eorum quamplurimis reflectere, experimentis, & ratione omnino constat.*

Quotidiana omnium corporum proprio lumine non lucentium visio rem manifeste demonstrat: quæcumque enim corpora non luminosa adspicimus, medio lumine ab ipsis reflexo videmus, duo quippe ista, ut corpora opaca videantur, sunt necessaria, ea nimirum ab alio corpore, ab iis nos medio lumine feriri, seu ipsa illuminari, & illuminare, hoc est, lucem accipere, & remittere. Tolle enim actionem, qua objecta in oculum agunt, eumque feriunt, omnem visionem e medio tolles: in oculos autem medio lumine agunt objecta. Ratione etiam eadem veritas evincitur: est etenim lux proculdubio corpus, illiusque actio in vero materiæ motu consistit: cum igitur aliunde habeamus, corpora in aliud corpus impingentia (præcipue si eorum aliqua elaterio donentur) ab eo reflectere; ratione ipsa luminis reflexio constat. Rem plane indubiam, atque ex superius dictis de Reflexionis, elasticitatis, luminis, & visionis natura manifeste descendentem ulterius probare, supervacaneum esset.

663. Posita igitur, tamquam certa, luminis reflexionis existentia, ejusdem reflexionis causam, modum, & leges physice examinemus: quæ quidem tria unicum hujusce tractatus nodum, difficulter solvendum, ac explicandum continent. Quæ enim est, quærimus primo, reflexionis luminis lex? Quæstioni natura ipsa, constans experientia, & phænomena respondent, lucem hac lege e corporibus reflecti, ut angu-

angulus incidentiæ ABF (*Fig.* 2.) sit reflexionis angulo DBH æqualis.

Si res ita est, pergimus, assignanda a Philosopho est hujusce legis causa; quæ non facile dabitur.

664. Secundo, Lux (sicut & reliqua corpora) ex ipsamet reflexionis lege non potest ordinata reflecti, nisi a superficie lævigata; a scabrosa enim pars ad dexteram, pars ad sinistram, & in diversissima puncta resilit: reflectit autem ordinata, & certo quodam plano, angulo, directione a speculis, atque a crystalli superficie: at omnium corporum, crystallique ipsius superficies, licet hebeti sensui sint lævigatæ; in se tamen, & relate ad materiam lucis sunt scabrosæ, asperæ, atque inæquales; ut a nemine in Physica non peregrino negatur, & statim probabitur: lux ergo ab his superficiebus non resilit: in illas igitur non impingit, sed resilit ante contactum. Lux ergo corpora, eorumque superficies non tangit? Quæ ergo est vis, & causa lucem a corporibus repellens? Quæ causa est regularis reflexionis ipsius luminis?

ADNOTATIO HISTORICA.

665. *Habes maximam totius Catoptricæ difficultatem paucis indicatam, quam ut tollerent Philosophi, sequentia potissimum excogitarunt.*

Primo, Exposita reflexionis lex a nemine in dubium revocatur; Philosophi vero omnes usque ad Keplerum, *& maxima eorum pars, qui post* Keplerum *philosophantur, lucem corporum superficiem tangere, ferire, ab eaque juxta prædictas regulas vere reflecti. tenuerunt, aut potius supposuere: expositam igitur difficultatem a speculorum superficiei scabritie petitam aut parvi omnino facientes, aut non satis perspectam habentes, lucem quasi a lævigata superficie reflexam consideraruut; animum igitur tantummodo adverterunt, ut hujusmodi in hypothesi prædictarum legum rationem physicam assignarent.*

666. *Peripatetici ut videre est apud* Cabæum (a), Fabri (b), De Chales (c), *& alios quamplurimos, cum*

(a) *Cabæus, lib. de Metheoris.*
(b) *Tractat. de luce, & colorib.*
(c) *Catoptr. lib.* 1.

cum lucem, tamquam physicam qualitatem motu non delatam, seu propagatam, sed citra temporis successionem per spatia quæcumque transmitti ponerent; nullam invenire poterant causam mechanicam materialem, sensibilem, aut intelligibilem, ex qua luminis reflexio, atque reflexionis leges deducerentur. Iis igitur prætermissis, quæ a Peripateticis Philosophis in medium producebantur ad expositam difficultatem solvendam, alios audiamus.

667. Descartes, *& mechanici post Cartesium Philosophi difficultatem perinde in lucis, atque in aliorum corporum reflexionibus explicarunt: rem omnem ex obstaculi, seu superficiei reflectentis elaterio, ex inertia corporum, atque etiam ex resolutione motus compositi per diagonalem* B A (Fig. 1.) *in duos simplices* B E, *&* B D *eleganter exposuerunt: hæc omnia nos etiam in citato superius loco fuse explicavimus, & probavimus.*

668. Keplerus, *vera omnium superficierum scabritie animadversa, & maximam reflectentium radiorum dispersionem ex hujusmodi scabritie necessario oriundam perpendens, lucem ex speculorum, aliorumque corporum lævigatorum superficie reapse non reflecti, neque ad illius contactum pervenire asseruit. Circa hujusmodi superficies tenuem quamdam aereæ materiæ veluti crustam excogitavit, quæ esset quædam eorundem corporum atmosphæra, & lævigatam, continuamque superficiem componeret, in quam illabentes radii reflecterentur.*

669. *Si vera hæc esset hypothesis; lux e speculo intra vacuum recipiens locato non reflecteret, quod est falsum. Deinde aer ille, quem dicit corporum atmosphæram, superficiem non componeret æquabilem; cum innumeris poris, aliisque inæqualitatibus scateret, ejusque præterea particulæ sint in perpetuo motu quocum intelligi, & stare non potest prætensa illa superficiei lævigatio. Tandem cum nulla ratione, prædictæ superficiei aereæ existentia suadeatur; laudabile alias hominis conamen admitti in Physica non debet.*

670. Nevton Kepleri *opinione circa luminis reflexioxionem admissa, causam non probavit: lucem in veram corporum reflectentium superficiem illabi, eamque tangere negat, atque experimentis demonstrare, aut suadere adnititur: reflexionis tamen causam non ab aerea corporum atmosphæra, ut* Keplerus, *sed a vi corpo-*

rum repellente deducit. Secundum igitur auctoris sensum lux a speculo reflexa speculi superficiem non tangit; sed priusquam ad superficiem deveniret, a vi corporum repellente retrorsum reflectitur: vis igitur repellens lævigatæ superficiei locum, & vices agit. Hisce duobus capitibus Keplerus, Nevton, *& qui eorum opinionem amplectuntur, a* Cartesio, *& cæteris Philosophis differunt: quod tamen causam attinet, ex qua reflexio fiat in plano reflexionis, æqualesque existant incidentiæ & reflexionis anguli, elegans* Cartesii *explicatio nuper indicata, & alibi a nobis exposita communiter tenetur.*

671. *Præterea, cum lux* AB *in vitrum incidens* DEGF (Fig. 57.) *non solum ab antica superficie* DE *reflectatur, sed etiam a postica* FG, *ut communis nos docet experientia; sicut ad primam reflexionem vis repellens a* Nevtono, Muschembroek (a), *& aliis Nevtonianis in naturam inducitur, ita ad secundam vis attrahens in auxilium vocatur. Corporum superficies v. g. vitri* LMNO (Fig. 55.) *duabus viribus, repellente nimirum, & attrahente, tamquam duplici atmosphæra circumdari ab iis Philosophis supponitur: vis attrahens* LNPR *minus diffunditur a corporis superficie* LN; *longius repellens* RFCP: *radius luminis* AB *in vim repellentem incidens incurvatur per* BQC, *& ab eadem virtute demum per* CD *repellitur, quin ad vim attrahentem* RP *pertingere permittatur. Quod si radius* EF *minus oblique in vim repellentem* FC *inciderit; illa superata, in vim attractionis* RPNL *ingreditur, ejusque beneficio vitrum* LO *permeat, quoad e puncto* I *egrediens iterum in vitrum attrahitur; illudque iterum a postica parte ingreditur, & per anteriorem superficiem, atque faciem regeritur.*

672. *Duplicem hujusmodi reflexionem hac ratione exponit, & fieri existimat* Muschembroek (b). *Radius* AB *in vim repellentem* FRPC *superficiei anterioris illabens paullatim retardatur, & hinc tamdiu per curvam* BQ *movetur, quoad vi repellente impetum luminis superante radius, similis curvæ segmento* QC *descripto, recta propellitur e puncto* C *per* CD.

673.

(a) *Elem. Phys. c.* 28.
(b) *Muschembroek loc. cit.*

673. *Radius validior* EF, *qui, superata vi repellente* BRPG, *attrahentem ingreditur, motum suum in attractionis atmosphæra accelerat, & arcum* GH *contrario sensu describit, atque alium intra vim repellentem* FG *descripserat. Ille igitur radius* AB *in figura 53. expressus, vitrum* NBM *transgressus in vim attrahentem, cujus limes est* OP, *ingreditur; ab hac ergo vi ita retardatur, ut & ejus celeritas paullatim imminuatur, & curvam* BSU *describat, & tandem per* XL *a vitro iterum versus anticam superficiem protrudatur. En causam reflexionis luminis, atque illius legis in systemate attractionis.*

676. Saverien (a), *Nevtonianis alias addictus, cum modeste fateatur, Attractionem hypotheseos limites non transcendere, ponit quidem luminis radios in superficies cadere, & inde versus omnes partes dirigi; sed hujusmodi radios ita copiosissime reflexos a novis semper directis radiis continuò detentos, superficierum inæqualitates æquando lævigatam superficiem supplere, aut constituere. In re adeo difficili, atque obscura aliquid ingeniosum cogitare, laudabile est.*

PROPOSITIO XXXVIII.

677. *Lumen in corporum superficies vere non impingere, sed a vi repellente ab eorum contactu prohiberi, atque retrorsum propelli, nulla mihi ratione suadetur.*

Primo enim vis illa attractionis, & repulsionis universalis, non materialis, & ab omni materiali impulsione distincta aliud non est, quam pura hypothesis Geometricis demonstrationibus apta; ut non modo relatus *Saverien*, sed *Bernouille*, & omnes alii Geometræ, & Physici *Nevtono* non addicti, & plurimi etiam Nevtoniani candide fatentur. Secundo: Ut luminis reflexio viribus non materialibus attrahentibus, & repellentibus jure merito tribueretur; constare primum deberet, nulla materiali causa prædictum phænomenon explicari, aut effici posse: quis autem hujusmodi propositionem audacter pronuntiabit? Demus parumper, causam reflexionis luminis nobis esse prorsus ignotam; inferre illico licebit, hujus-

(a) *Diction. Math. v. Reflexion.*

jusmodi materialem, & mechanicam causam non existere? Tertio: Duplex illa virium, attrahentis & repellentis, atmosphæra, & dispositio purum mihi videtur Geometricæ mentis opus, & cogitatum, quod si negaverit Physicus, nihil perturbabitur Geometra, neque cadet demonstratio, quæ a rerum existentia minime pendet: Physicus tamen rerum status, & natura æque ignota permanebunt, quantumvis verissimæ existant illæ demonstrationes, & Geometricæ constructiones a Geometra excogitatæ, purum humanæ mentis nostrarum idearum opus. Uno verbo, hujusmodi virium ideæ, & nomina, ut antiqua illa *Aristotelis*, Geometricis demonstrationibus sunt aptissima, & omnia pene significant; iisque positis observata alias phænomena eleganter aliquando explicantur; Physicam tamen rerum naturam minime detegunt, aut exponunt.

678. Quarto: Vis attractionis MPFN (*Fig. 56.*) radios AB vitrum transgressos ad vitrum iterum attrahit, neque ulterius abire permittit versus CDE &c.: tanta illi efficacia tribuitur: cum ergo idem radius, descripta curva BSX, e puncto X egressus, in similem, & æque efficacem attrahentem vim ingrediatur; a secunda hac vi iterum detinebitur, neque a vitro abire umquam poterit: præcipue cum minor sit impetus radii in X, quam in B: in B siquidem impetum omnem habuit a Sole communicatum; quem vis attrahens BGPO penitus destruit: in X vero impetum solummodo habet a vi attractionis acceptum: cum ergo hujus impetus beneficio protrudatur radius per XL; si illic offendit, atque incurrit in novam virtutem attrahentem priori MPON æqualem, & contrariam, secunda hæc vis radium similiter abire non permittet.

679. Quinto: Si vitri superficies est adeo scabra, ut ad ordinatam radiorum reflexionem sit omnino impar; quæri hic potest a virium attrahentium, & repellentium assertoribus; quonam fundamento asserant, harum virium, seu atmosphærarum superficies (hisce vocabulis rem ipsi explicant), aut limites esse lævigatos, & æquales nullis inæqualitatibus interruptos, & asperatos? Esto enim, asperæ sint speculorum superficies materiales: Cum ad æqualem distantiam partes vitri vim repellentem diffundant, ut com-

communiter ab iis auctoribus statuitur; si partes materiales repellentes in eodem plano non existunt, virium etiam limites idem planum non component; paresque omnino inæqualitates in limitibus atmosphærarum repellentium, & attrahentium existent, atque in superficiebus ipsis materialibus statuuntur. Opus sane esset, ut difficultas tolleretur, vires illas tamquam fluidum perfecte fluidum considerare; cujus indolis est, in æqualem superficiem se componere. Sed quanta hic idearum & rerum obscuritas occurrit? Si instar fluidorum existunt; in sphæram componerentur: id autem neque attractionum systemati, neque planorum speculorum proprietatibus convenire posset, ut Physicus quicumque in hisce rebus non peregrinus nequaquam diffitebitur. Equidem radii luminis in hoc virium systemate æqualiter etiam ab opacorum, & quorumque corporum superficiebus, atque contactu prohibentur; radii ergo a corporibus scabris v. g. ab hac charta quaquaversum nullo ordine reflectuntur, licet superficiem corporum inæqualem non attingant, sed a virtute repellente regerantur: vis igitur repellens corporis scabri, & asperi lumen regerit non ordinatum, & superficiem inæqualem componit; si ergo secundum hos A A, omnia specula, vitra &c. habent superficiem scabram, ab eorum vi repellente lucem reflectere non ordinatam, opus est.

680. Quo pacto hæc & alia in sequentibus ponenda, præcipue circa refractionem luminis ab iisdem viribus secundum eosdem A A provenientem solvantur juxta leges physicas, ego non video, nisi novæ semper ponantur hypotheses, in quas hodierni Physici merito invehuntur.

COROLLARIUM.

681. Radiorum igitur luminis reflexio a corporum superficiebus alii causæ tribuenda est, a viribus repellentibus, & attrahentibus distinctæ. Quærenda hæc est inter causas mechanicas, atque leges naturæ nobis notas, & certo existentes: inter quas si inveniri a nobis non possit, eam provinciam posteris relinquemus. Ut rem assequamur; revocandum prius nobis est, quod superius de luminis natura, & materia disserimus, perpendendum deinde, an stante illa lucis theoria, secundum mechanicas naturæ leges citra ul-

lam vim, & qualitatem non materialem explicari possit reflexio.

PROPOSITIO XXXIX.

682. *Radii luminosi in corpora illabentes, illa illuminantes, ab iisque reflexi materialem eorum superficiem contingunt.*

Etenim sublata illa virium repellentium, & attrahentium hypothesi, de qua hactenus sermo fuit, nulla est ratio ad verum radiorum in superficiem reflectentem contactum negandum. Corpora utique nigra, & scabra, etsi densissima sint, lucem a se non repellunt, immo imbibunt, & intra se extinguunt: aliter illam vivide in omnes partes reflecterent, & nigra amplius non essent, ut superius probavimus, atque ab omnibus admittitur: si ergo densa illa dictorum corporum massa vim repellentem non habet, qua a suæ superficiei contactu luminis radios arceat; quonam jure hujusmodi vires vitrorum & aliorum corporum lucem reflectentium materiæ asseruntur, & densitati proportionales plerumque a suis A A ponuntur? Plurima deinde sunt colorata, & lumen emittentia, quæ levissima suarum superficierum mutatione evadunt nigra, & contra. Quid tamen illa superficierum variatio ad virium repellentium mutationem, acquisitionem, aut jacturam; cum istæ a massis tantummodo pendeant?

683. Potissima ergo propositionis ratio ad hoc unum caput reducitur, quod vires repellentes existere non probetur; aliaque ex parte, quod lucis radii impetu in superficies illabantur: quamdiu ergo non demonstrabitur, corpora in se invicem impetu delata ad contactum non venire, sed sese repellere; tenet nostræ propositionis veritas, communibus, & notissimis naturæ legibus innixa. Alia adduci possunt ad eandem veritatem probandum argumenta ex sequentibus capitibus desumpta: primo, quod illuminatorum speculorum massæ incalescant, ac proinde a luminis particulis concutiantur, agitentur, easque intra se recipiant: Secundo, quod luci transitum per mediam eorum massam concedant. Tertio, quod radii solares per aliquod tempus in corpora illabentes, eaque calefacientes, aut etiam dissolventes, eorum pondus au-

augeant juxta quamplurimos eorum, quibuscum modo agimus, qui *Epicuri* de lumine sententiam tuentur (*a*). Quarto: Quod secundum eosdem A A., magnam saltem illorum partem lucis materia sit eadem ignis substantia; ignis autem intra corpora ipsa latitet, irretiatur, servetur: hæc inquam, omnia conficere videntur, luminis radios, & particulas ab internis corporum quorumcumque visceribus, contactu, unione non repelli. Quantum hisce rationum momentis tribuendum sit, prudenti lectori judicandum relinquimus.

PROPOSITIO XL.

684. *Lux a speculorum, & aliorum corporum superficiebus simili, & analogo modo reflectitur, atque sonus a corporibus per reflexionem redditur.*

Naturam lucis analogam prorsus esse naturæ soni, atque utrumque eodem aut simili vibrationum modo (in natura proculdubio existenti) exponi, & consistere, satis efficaciter, nisi fallor, in superioribus probavimus: Si ergo uterque ille naturæ effectus, atque phænomena ex uno eodemque principio derivantur, & pendent, utriusque etiam reflexio eandem, aut analogam causam habet. Jam verò sonus, seu aeris massæ in undas actæ, quæ sonus existunt, in corpora reflectentia impingunt: si enim aere continguntur omnium corporum superficies, per aerem vero transmittitur, & propagatur sonus, manifestum est, continuas, & consequentes aeris oscillationes, seu potius aeris oscillantis partes in superficies corporum impingere, ab iisque reflectere. Præterea vero tria hæc in soni reflexionibus observantur: *Primum*: Angulos incidentiæ angulis reflexionis esse æquales, ut in lumine etiam observamus: *Secundum*: Sonum multoties a quamplurimis superficiebus reflectere ordinatum, ut fit in tubis Stentoriis, in cameris ellypticis, parabolicis, & similibus aliis casibus in loco indicatis: *Tertium*: Illas corporum superficies e quibus sonus, & voces reflectunt articulatæ, esse ad sensum & notabiliter scabras: cujusmodi sunt came-

(a) *Vide superius dicta de nat. luminis.*

meræ v. g. calce obductæ superficies, asperæ enim vero innumerisque inæqualitatibus constratæ.

685. Hisce omnibus positis, sonus nihilominus, seu aeris crustæ oscillantes, in inæquales adeo corporum superficies incidens, easque vere contingens, ab iis reflectit ordinatus: ut quotidiana nos docet experientia: quare igitur idem in lucis, seu subtilioris auræ vibrationibus fieri non posset? A phænomeno enim noto & certo ad aliud prorsus analogum argumentamur. Dicetne aliquis, sonum etiam in corporum superficies non incidere, easque minime tangere; sed a viribus etiam repellentibus a contactu prohiberi? Qui ita rem statueret, ab aere etiam corpora contingi consequenter inficiaretur, opus esset: quin immo omnem corporum, seu materiæ physicum, aut mathematicum contactum tolleret; cum a luce, & aere ad alia omnia corpora argumentaremur; neque vis repellens peculiare sit aliquorum corporum attributum, aut aliquorum tantummodo corporum contactui opponatur. Stare ergo potest cum vero materiali contactu in superficies asperas, scabras, inæquales reflexio ordinata. Quamdiu igitur superius a me exposita analogia inter sonum, & lucem non demonstretur falsa; eidem, aut simili causæ reflexio utriusque referenda est.

686. Secundo: Tantam deinde esse non credo superficiei vitreæ, inæqualitatem relatu ad materiam lucis, quantam esse contendunt, qui lucis reflectentis contactum negant. Unde minor esse probabitur scabrities muri relata ad particulas aeris, quam vitri ad particulas luminis. Sicut igitur particulæ, seu undæ aereæ sese dilatantes, restituentes, & acceptum impetum transmittentes una cum impenetrabilitate, & elaterio obstaculi causa sunt omnium reflexionum soni; ita etiam undæ æthereæ, seu promptissimi, & vividissimi itus, & reditus materiæ æthereæ acceptas vibrationes transmittentes, una cum impenetrabilitate superficiei reflexionis luminis causa existunt.

687. Quo pacto elasticitas corporis impingentis in obstaculum, aut obstaculi ipsius reflexionem ea lege efficiat, ut angulus incidentiæ sit reflexionis angulo æqualis, alibi exposuimus (a): eundem vero effectum con-

(a) *Phys. General. tom. 1. lect. 20.*

consequi, sive corpus elasticum deferatur; & impingat in obstaculum, sive per corpus fluidum elasticum superficiem reflectentem contingens transmittatur oscillatio, superius docuimus, cum soni naturam, atque phænomena explicavimus.

688. Tertio: Insensibiles superficiei vitri inæqualitates, siquæ sunt relatu ad materiam lucis, magna ex parte complentur, & æquantur partim a subtilissimis aliorum corporum particulis per aerem ubique sparsis, & corporum superficies una cum aere ipso contingentibus, partim etiam a peculiaribus ipsorum corporum atmosphæris tenuissimis; partim denique, & præcipue ab ipsius luminis particulis, quæ in prædictos, qui supponuntur, angustissimos sulcos, sinus, aut fissuras illapsæ, atque impeditæ hinc a lateribus ne quaquaversum regerantur, inde vero a superveniente semper lumine, seu oscillationibus, ne retrorsum resiliant, insensibiles illas inæqualitates, quamdiu corpus illuminatur, complent, & superficiem adæquant: eo prorsus modo, quo aqua in solum inæquale, cujus margines extant, defluens, aut illapsa, non prius elabitur, quam soli superficiem, inæqualitates complendo, complanet.

689. Ratione, inquam, & modo non dissimili luminis reflexionem a vitrorum, atque cæterorum omnium corporum superficiebus fieri concipio. Forsitan fallimur, & a veritate abludit data phænomeni expositio, & causa: quamdiu tamen melius aliquid, intelligibile, & mechanicum non proferatur; dicta retinebimus, eoque potissimum de capite probabimus, quod assumimus causam mechanicam, in natura existentem, & ex analogia deductam minime obscuram.

690. Quarto: Tandem a luce corpora tangi, eamque a superficie corporum tacta reflectere, velint nolint, ab omnibus admitti opus est. Radius luminis in corpus, viride nobis apparens, incidat, & reflectat. Corpora per radios reflexos, aut refractos videmus: corpus præterea illud viride cæteros omnes lucis radios intra se se imbibit, inquiunt, unum viridem reflectit; neque tamen integrum viridem regerit, sed maximam illius partem. Ergo pars radii viridis superficiem, & corpus tangit, ante contactum non repellitur: in corpore igitur viridi, neque ante

illum

illum est vis repellens radios virides alii prætereà radii transmittuntur, aut imbibuntur, atque idcircò tangunt. Suntne forsan in corporibus plura repellentium virium genera? Cum per vitrum viride pellucidum solem, aut corpora alia videmus, omnia apparent viridia: illud igitur vitrum aliquos radios virides reflectit, aliquos transmittit: ab hisce ergo per mediam ejus massam transmissis tangitur: in eo igitur non est asserta illa repellendi virtus.

691. Sequentia opponit *Muschembroek*, & alii Nevtoniani, qui vim repellentem, tamquam luminis reflexionis causam, adstruunt; lucemque reflectentem, & corpus, a quo reflectit, sese non contingere existimant. Primo, inquit: *cum tenuis solis radius in pilum, filum, acum, stramen, & alia corpora incidit, umbra multo major, quam a radiis tangentibus definienda foret, post hæc memorata projicitur* (*a*): ergo vis repellens e prædictis corporibus emanans radios luminosos tangentes a se, & a via recta deturbat, & repellit.

692. Respondeo: Hoc argumentum nihil omnino probare, & (quod magis notari debet) ipsius etiam scriptoris sententiæ ab illo alibi propositæ, & experimentis confirmatæ directe opponi. Alibi enim (*b*) de attractione disputans, satis noto experimento confirmat, & demonstrat, radios luminis OB, EB (*Fig.* 73.) prope corporum acies B transeuntes versus corpora ipsa, BH inflecti; priorem semitam rectam AB C v. g. relinquere, & per alias rectas BG, BF ulterius dirigi; ex quo experimento radios lumin s prope contactum a corporibus attrahi deducit. Si ergo ultimum hoc experimentum ponitur verum, ut reapse admittitur communiter; primum aliud est procul dubio falsum; capillus enim, filum, acus sunt citra dubium corpora subtilia cultellorum aciei comparanda: radios ergo prope transeuntes ex adducto hoc experimento potius ad se inflecti compellunt, quam a se repellant.

693. Deinde umbra corporis v. g. capilli multiplici de capite variari potest, a diametris nimirum corpo-ris

(a) *Elem. Phys. cap.* 28. *& seq.*
(b) *Muschemb. Elem. Phys. cap.* 18.

ris illuminantis, & illuminati, a radii incidentis (si per foramen ab aliis separatus trajiciatur) figura, crassitie, distantia corporis illuminati a luminoso, vel a foramine. Hæc omnia explorata fuisse in prædicti experimenti institutione non constat: nihil igitur ab illo colligi recte potest contra radiorum reflectentis luminis contactum. Deinde corpora quæcumque suas circa se habere atmosphæras eorum massis, & viribus proportionales, vix jam indubium vertitur. Hisce atmosphæris factæque in iis transeuntium radiorum refractionibus referendum est, quod ii sæpe prope contactum versus corpora inflectentur: aliquando forsan, si verum est adductum in argumento experimentum, a corpore deflectendo recedant.

695. Opponitur secundo: Vi repellente, & attrahente negata, & reflectentium radiorum contactu admisso, impossibilis omnino esset ordinata radiorum reflexio, sed versus omnes partes dispergerentur; ut fit in scabris corporum superficiebus: quis enim post vitrorum polituram plurimos adhuc sulculos, atque inæqualitates in eorum superficiebus superesse inficiabitur? Respondeo: Hoc *Kepleri* argumentum superius jam diluimus.

696. Opponitur tertio: Si lux reapse in superficies caderet, ab iisque reflecteretur; non solum a prima, & exteriore vitri superficie, sed a plurimis aliis planis, in quæ dividi potest vitri profunditas reflecteret; vitrum enim ex plurimis veluti crustis, seu superficiebus planis componitur; cum autem hæ omnes crustæ sint homogeneæ; si a prima lumen regeritur, etiam ab aliis pariter remittetur: quamplurimæ igitur fierent intra vitri crassitiem radiorum reflexiones; quamplurimæ igitur viderentur, & confusissimæ ejusdem objecti in uno, eodemque speculo imagines; quod experientiæ refragatur. Respondeo: Argumentum in soni æque atque in lucis reflexionem proponi potest: & cum nihil in primum, nihil pariter in secundam probat, aut momenti alicujus existit. Regularem fieri, atque ordinatam soni reflexionem ab inæquali, aspera, scabrosa, obstaculi superficie, quodcumque sit contrarii argumenti pondus, constat facto veritas. Quidni igitur in pari caussa par etiam effectus? Oscillatio in superficiem reflectentis corporis impingens a diversis illis corporis crustis, seu lamellis infra

ſra primam ſuperficiem extenſis una ſimul perfecte, aut imperfecte regeritur. Rem totam videas in lectione de corporum reflexione luculenter expoſitam.

697. Quodſi luminis radii eſſent materia transfluens; nihil etiam in eam ſententiam valeret argumentum. Ea enim ſuppoſita, radii, qui trans primam vitri ſuperficiem tranſeunt (de his enim tantummodo ſermo eſt), vel recta per vitri profunditatem pergunt, vel per viam obliquam: Si primum, non reflectuntur intra vitrum; cum canalem habeant non impeditum: Si ſecundum; intra vitrum ipſum deperduntur: cum toties ab uno canalis latere ad aliud regerantur, quoad motum omnem amittant, quieſcant, & omnino extinguantur.

698. Opponitur quarto: Radii A B (*Fig.* 56.) in vitrum N M incidentes, & illud permeantes ab inferiori ejuſdem ſuperficie reflectuntur, ut & ab omnibus admittitur, & quotidianis obſervationibus conſtat; hinc enim eſt duplex illa imago, quæ poſt planum quodcumque vitrum, aut ſpeculum apparet, ut mox etiam dicemus. Secunda illa radiorum reflexio per Q U X neceſſario fit a vi attrahente: niſi enim ita eſſet; ab impactione in aerem, aut corpus aliud ab ea parte vitri ſuperficiem contingens reſiliret: hanc autem impactionem non eſſe reflexionis cauſam, ſequentes obſervationes demonſtrant. Si poſt vitrum ſit vacuum; melius & vivacius a ſecunda ſuperficie, vacuum contingente, radii regeruntur: ſecundo, ſi loco aeris ponatur aqua; ſecunda illa reflexio, vel minuitur, vel evaneſcit. Hæc omnia, poſita attractione, nullo negotio explicabis: radii ſcilicet magis attrahuntur ab aqua, quam a vitro, aut ſaltem æqualiter; vi igitur vitri attrahente ſuperata, non eſt, cur ulterius reflecti poſſint radii: aer fere nihil attrahit, ſi cum vitro comparetur; eſt enim attractio in ratione denſitatum, & maſſarum; multo autem minus attrahet vacuum; vires igitur vitri attrahentes parum perturbantur ab aere; nihil, aut fere nihil a vacuo: efficacius igitur, & copioſius reflectent radii ab aere, quam ab aqua, a vacuo, quam ab aere.

699. Reſpondeo: Hoc argumentum, in ſpeciem ſane grave, vim attrahentem non materialem non probat, aut cum illius proprietatibus ſatis cohæret. Ut illam

illam probaret, demonstrari primo oportebat, a nulla materiali causa dictam reflexionem provenire posse: quis autem id pronuntiabit, dum omnia rerum elementa, & simplices causas ignoramus? Hoc igitur unum modeste dici oporteret, hujusce phænomeni causam mechanicam (sicut & aliorum mille) hactenus esse ignotam. Secundum etiam satis patet: vis attrahens in contactu B maxima, & infinite fere major est, quam in quacumque a contactu distantia: quare ergo hæc virtus, adeo magna in puncto B inferioris superficiei, radium detinere non potest, sed ab illius impulsione superatur, eumque abire permittit, postea vero a punctis R S T, ubi multo inefficacior illa existit, ad se iterum trahit?

700. Igitur respondeo, radios a secunda superficie per verum contactum, vel in atmosphæram ipsius vitri, vel in aërem, vel in aliud corpus, vel in omnia hæc, aut aliqua eorum simul post vitrum existentia resilire. Sublato aere, tenuissimæ illæ particulæ, quæ vitri atmosphæram efficiunt, per aerem, ut antea, non dispergantur, a superficie vitri non separantur, illic magis tenaciter adhærent; cum aereum desideretur fluidum, ut eas separet, elevet, & per aerem dispertiatur. Luculentissima, & omnino similia exempla in machina pneumatica habemus, intra quam, extracto aere, non amplius particulæ olei per ellychnium ascendunt, vapores e fluidis, aut aliis corporibus non elevantur, aut e corporibus exeunt; quin immo particulæ, & vapores fluidi antea in aere natantes decidunt, vitri superficiem contegunt, illique adhærent, quoad intromissus iterum aer eos elevet. Hæc, inquam, omnia, & alia plurima illic observata, sunt effectus mechanici noti, Hydrostaticæ conformes, & rei nostræ omnino similes: quidni igitur impræsentiarum similem effectum per similem, h tam, & mechanicam causam explicabimus? Particulæ atmosphæræ vitri, aere extracto, supra vitrum recumbentes, & quadam subtilissima crusta efformata, luminis egressus magis obturant, & impediunt, unde major oritur reflexio. Aere admisso, particulæ elevantur, separantur, disperguntur, tenuissima crusta disparet, egressus luminis recluduntur, reflexio minuitur. Quod vero efficit aer respectu atmosphæræ

vitri; efficiunt etiam crassiores liquores respectu aeris: omnia hic consonant.

701. Non negabunt, credo, qui vires repellentes non materiales adstruunt, adductam a me phænomeni causam esse probabilem, mechanicam, atque a naturæ legibus non abludentem. Radiorum luminis reflexione exposita, ejusdem reflexionis existentia asserta, & causa explicata, de legibus, & phænomenis inquiramus.

§.

LEGES, ET PHÆNOMENA REFLEXIONIS LUMINIS.

702. Reflexio eodem modo efficitur in radiis luminis, atque in aliis corporibus, de quibus suo loco egimus. Quare easdem omnino leges in omnibus observamus, ratio, & quotidiana experimenta demonstrant. Sicut ergo in aliis corporibus, ita etiam in luce sequentes tenent leges, alibi a nobis fuse expositæ, impræsentiarum tantummodo indicandæ.

703. Prima, & universalis lex reflexionis est, quod *Angulus incidentiæ sit reflexionis angulo æqualis*. Posito luminoso in A, sit A B (*Fig.* 2.) radius incidentiæ, B punctum reflexionis, F H superficies reflectens; erit B D radius reflexionis, ita ut angulus incidentiæ ABF sit reflexionis angulo DBH æqualis.

704. Lex altera reflexionis est, quod *Planum reflexionis in quo scilicet axis* A D, *& uterque radius incidentiæ, & reflexionis* B A, A C *existunt, sit ad superficiem reflectentem perpendiculare* (*Fig.* 1.)

705. Utraque hæc lex, ratione & experimentis certa, eodem modo tam de lumine, quam de cæteris corporibus demonstratur: videnda igitur est expositio suo loco data.

COROLLARIUM I.

706. Hinc patet primo, radium quemcumque D A perpendiculariter incidentem in quamcumque superficiem planam, curvam, convexam, concavam, in se ipsum, seu per eandem viam A D reflectere. Si per aliam

aliam rectam reflecteretur, v. g. per A C; non esset angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis: primus esset rectus D A G, vel D A E; secundus esset acutus C A G. Pro superficie reflectente assumi tantum debet insensibilis illa superficiei pars, & quasi punctum A, in quod radius impingit, & ex quo reflectitur. Cum enim particulæ, seu radii, atque actiones luminis sint, & propagentur per materiam subtilissimam; singuli hujusmodi radii licet ex plurimis aliis sint compositi, insensibilem omnino superficiei partem feriunt, ab eaque reflectuntur; relatu ergo ad unum illud reflexionis punctum, seu insensibile superficiei planum spectari debet reflexionis, & incidentiæ *angulus*, *cathetus*, *axis*, & *planum reflexionis*; cum cætera superficiei puncta, quæ a radio non feriuntur, nihil in illum agant.

707. Quo pacto radius reflexus A D, seu actio luminis reflectentis per eandem viam regredi possit, per quam radius directus D A illabitur, licet lumen sit corpus; late exposuimus, cum de natura luminis, & soni disseruimus; utrumque enim consistit non in translatione particularum, sed in actione, & vibrationibus per particulas non translatas diffusis, & transmissis.

708. Ex eadem hac ratione patet, quo pacto unum, idemque punctum A objecti cujuscumque illuminati, ab omnibus, & singulis luminosi partibus simul illuminetur, nisi ab extraneo corpore impediatur. Facti veritatem experientia demonstrat; rationem, & modum in *Epicuri* sententia satis concipere non possumus. Vide, quæ diximus, cum luminis per angustissimum foramen transitum exposuimus.

COROLLARIUM II.

709. Ex eadem regula deducitur, eundem radium A B (*Fig.* 2.), ex uno, eodemque puncto B reflectentem, versus unam tantum partem, & per unam tantum lineam, seu radium B D remitti posse. Nisi ita esset, vel anguli incidentiæ & reflexionis non essent æquales; vel radii reflexus, & incidens in plano reflexionis non existerent; quorum utrumque & legibus, & observationibus opponitur. Radius

AP (*Fig.* 58.) in punctum P cadens per lineam tantummodo P B in eodem plano A B G positam, non vero per lineam P C in alio plano dirigitur.

710. Contra vero radii ex diversis ejusdem, aut diversorum objectorum partibus A E v. g. in idem punctum impingentes, ex eoque reflexi per diversos radios, & lineas necessario reflectuntur; nisi idem sit incidens radius. Si enim puncta E A objectorum sunt in diversis reflexionis planis A B G, E C I; patet etiam, radios reflexos P C, P B in diversis existere planis, & consequenter in diversas partes dirigi. Si puncta A M in eodem sint plano A B G; ob æqualitatis angulorum legem, radius A P superius in B, radius autem inferior M P in punctum etiam inferius dirigetur.

711. Hinc igitur patet, radios omnes B A (*Fig.* 1.) a singulis partibus objecti in idem punctum A speculi cadentes, ab eoque reflexos; esse post reflexionem eodem modo divergentes, atque antea erant convergentes. Si objectum fuerit rotundum, pyramidem efformabunt conicam ab A versus C priori B A similem. Qui dextri sunt in B, sinistri erunt in C, & contra; aliter lex planorum non observaretur.

COROLLARIUM III.

712. Ex iisdemmet legibus sequentium phænomenorum evidens ratio deducitur. *Primum*: Radii B A in planum quodcumque oblique incidentes, post reflexionem in partem oppositam per A C diriguntur. *Secundum*: Dum corpus quodcumque per radios in plano aliquo reflexos videmus, illud corpus in unico tantum puncto, & plano nobis apparet. Id quotidie observamus, dum solem, aut corpus quodcumque aliud ope reflexionis in aqua, aut aliis superficiebus æqualibus videmus. Sit corpus C (*Fig.* 61.), quod e puncto F videam per reflexionem in puncto E; necesse igitur est, planum reflexionis C G, in quo radius incidens C E, & reflexus E F existunt, esse ad superficiem reflectentem perpendiculare. Si idem objectum in alio puncto D plani videretur per alios incidentiæ. & reflexionis radios C D, D F, in alio plano C H D appareret; id autem planum non est

ad

ad superficiem A,B perpendiculare (*a*): ergo non est planum reflexionis.

713. *Tertium*: Et hinc corpora superficiei lævigatæ, planæ, aut convexæ, etsi a Sole illuminentur, nobis apparent obscura, & nigra; quia unica tantum earum superficierum pars lucem ad oculum remittit: cætera igitur apparent obscura, seu nigra. Id vero est, quod quotidie observamus, dum maris, fluminum, lacuum superficiem videmus.

714. *Quartum*: Contra vero corpora scabrosis, & inæqualibus superficiebus terminata, dum a Sole illuminantur, lucem quaquaversum dispergunt. Scabrities enim ex innumeris solidis angulis, sinubus, cavernis, cuspidibus componitur. Hæc autem omnia innumeras habent facies planas insensibiles, quæ diversis inclinationibus versus omnes partes respiciunt: radii in hujusmodi diversa plana incidentes versus omnes partes regeruntur.

715. *Quintum*: Cum aqua, aut liquida alia, in quibus Solem per reflexionem videmus, agitantur, eorumque superficies fluctuant; fluctuare etiam videtur Sol, atque ex pluribus aquæ partibus apparet. Tremulo enim illo aquæ motu fit, ut illius superficies non eadem, sed infinitis pene exiguis distinctis superficiebus terminetur, quæ in diversis planis jaceant, & sint tamquam innumera fluctuantia specula: nil igitur mirum, quod tremulus ille motus a tremulis speculis in Solem refundatur.

LECTIO XIV.

De Reflexione luminis in speculis planis, convexis, concavis, eorumque proprietatibus, & phænomenis.

§. I.

DE SPECULIS PLANIS.

716. Ut omnia, quæ deinceps dicemus, perspicua sint; duo a nobis hoc loco supponenda, jam alibi de-

(a) *Elem. Geom. num.* 149.

demonstrata: primum: in illam partem objectum a nobis referri, ex qua ultimo ab ipso ferimur: ita ut in illa recta, & directione causam, seu objectum existere arbitremur, per quam ab illo tandem percutimur. Secundum: Objectum a nobis videri, atque referri in illud punctum, in quo concurrunt axes optici, quorum beneficio objectum repraesentatur. Hinc vero, atque ex reflexionis legibus inferuntur sequentia.

717. I. Illa tantummodo objecta in speculo videmus, quae ante speculum existunt, ante quod etiam spectator locetur; objecti enim ante speculum non existentis radii, neque in speculo reflectuntur, neque reflexi in oculum tendunt.

718. II. Innumera tamen objecta ante speculum existunt, quae in speculo videre non possumus. Si existamus v. g. infra rectam H I (*Fig.* 59.); objecta solummodo videbimus, quae sint ex alia parte A, Observator in C positus objectum D etiam in speculo non videt: licet objectum D per lineam perpendicularem respiciat speculum.

719. III. Objecta igitur A radios AF oblique emittentia in speculum, ex parte solummodo sibi opposita C spectari possunt: versus illam enim solummodo partem radii reflexi oblique remittuntur, & oculum feriunt.

720. IV. Objecta quaecumque ante speculum planum locata, & per speculum visa, necessario apparebunt in eadem directione radii reflexi. Sit objectum A radios obliquos A B (*Fig.* 2.) in speculum emittens, qui reflexi transeunt per D; oculus D videbit objectum in directione radii reflexi D B: per directionem enim B D feritur oculus: ergo in eandem directionem D B objectum refert. Imago igitur semper apparebit in loco diverso, atque verum objectum existit.

721. V. Objectum quodcumque A ante speculum existens, apparebit necessario post speculum in illo puncto G, in quo axes optici reflexi B D, C E concurrerent, si ulterius trans speculum producerentur. Sint duo oculi D E: cum eorum singuli in diversis locis existant; diversos etiam opticos axes, seu radios reflexos a diversis punctis B C speculi remissos recipient: jam vero hujusmodi radii reflexi B D, C E

CE necessario sunt divergentes post reflexionem in BC: sicut etiam ante reflexionem necessario divergunt: radii igitur DB, EC ab oculis versus speculum convergunt: cum ergo sint in eodem plano, si ulterius produci concipiantur; concurrerent in puncto aliquo G: cum igitur oculi DE objectum A videant per axes DB, EC continuatos, ad illudque punctum idem objectum referant, in quo axes concurrunt; necessario consequitur, objectum A ab oculis DE in sectionem, seu concursum G trans speculum referri.

PROPOSITIO XLI.

722. *Objectum in speculo plano* FH *visum apparet in catheto incidentiæ* AF (Fig. 62.) *post speculum continuato.*

Sit objectum A radios AB, AC in speculum emittens, quorum reflexione per BD, CE videatur ab oculo in DE: demittatur AF cathetus incidentiæ, & producatur ulterius usque ad G: produci etiam intelligantur radii reflexi DB, EC ultra speculum: Dico, hujusmodi radios simul, & in eodem puncto concurrere cum catheto incidentiæ AG, ac proinde in eo catheto objectum A repræsentare.

723. Demonstratur: primo habemus, objectum visum per radios DB, EC; in illud punctum G referri; in quo hujusmodi radii conveniunt, vel convenirent, si producerentur: Demonstrandum est, utrumque radium DB, EC convenire cum catheto AFG in puncto G, ita ut sint FG, FA æquales: Uterque radius v. g. DB est in eodem plano cum catheto AFG; cum ergo unus ad alterum convergat; necessario concurrent in aliquo puncto v. g. G. Quod autem illud punctum G æque distet ab F, atque objectum A, ita demonstratur: Triangula ABF, FBG sunt rectangula in F; habent deinde angulos in B æquales; cum uterque angulo reflexionis DBH æquetur (a): sunt igitur æquiangula (b): habent præterea latus FB commune: sunt ergo æquila-

(a) *Num.* 767. *Elem. Geom. n.* 83.
(b) *Elem. Geom. n.* 100.

latera (*a*): latera igitur FG, FA æquantur; quod erat demonſtrandum. Idem eodem modo demonſtrabitur de triangulis ACF, FCG.

Valet etiam demonſtratio, ſi radii reflexi BD, CE (*Fig.* 2.) a duobus oculis excipiantur, ut attendenti perſpicuum fiet.

COROLLARIA.

724. *Primum: Imago igitur objecti videtur trans ſpeculum in eodem reflexionis plano trans ſpeculum continuato.* Cum enim in eo plano ſint lineæ AF, AB, BD; eædem etiam lineæ AF, DB ulterius productæ, ac proinde punctum G, locus imaginis, in eodem reflexionis plano exiſtent.

725. *Secundum. Tantum a ſpeculo diſtat imago* G, *quantum objectum* A: *ſed ex faciebus oppoſitis ejuſdem ſpeculi.* Modo enim demonſtravimus, eſſe AF, FG æquales; cum ergo in A ſit objectum, in G vero imaginem apparere demonſtretur; manifeſta eſt corollarii veritas.

726. *Tertium. Diſtantia* GE *imaginis ab oculo æqualis eſt ſummæ radiorum incidentiæ, & reflexionis* AC, CE. Demonſtravimus enim, lineas AC, CG eſſe æquales (*Fig.* 62.)

727. *Quartum. Ex hoc autem corollario evidenter deducitur, radios* AC, CE *ab objecto in oculum per reflexionem venientes, viam breviſſimam tenere, ſi angulus incidentiæ ſit reflexionis angulo æqualis.*

Demonſtratur. Æqualis eſt ſemita AC, CE, rectæ GCE: æqualis ergo eſt ſemita radiorum venientium ab A reflexe, atque ſi venirent a G directe: at ſemita GCE radiorum venientium a G directe, & per punctum C, ubi anguli reflexionis, & incidentiæ ſiunt æquales, tranſeuntium, eſt breviſſima omnium, per quas a G ad E veniri poteſt: ergo cum AC, CG ſemper ſint æquales, etiam ACE eſt via omnium breviſſima. Hæc vero eſt ratio ſuperius jam inſinuata, propter quam juxta quamplurimos ex recentioribus Peripateticis anguli reflexionis, & incidenden-

(a) *Unum enim alteri impoſitum cum illo congrueret: Vide Elem. Geom. a num.* 101. *&c.*

dentiæ ſunt æquales : quia ſcilicet natura per viam breviſſimam ſemper agit.

728. *Quintum. Quæcumque igitur objecta plano ſpeculo perpendicularia extiterint, inverſa trans ſpeculum apparebunt.* Id quotidie in fluminibus, lacubus, fontibus, & aliis naturalibus, aut artificialibus ſpeculis obſervamus; arbores enim, & quidquid ad ripas ambulat, aut perpendiculare exiſtit, inverſum nobis alia ex parte ſpectantibus apparet.

729. Sit objectum DE (*Fig.* 3.) ſpeculo BC perpendiculare a ſpectatore H alia ex parte viſum: ita apparebit in GF, ut altius ſeu remotius extremum E inferiorem locum teneat in imagine, inferius autem D ſuperiorem, ſeu proximiorem G. Diſtantia enim BG eſt diſtantiæ BD æqualis: ſicut etiam æquantur BF, BE; ergo punctum F magis diſtat a ſpeculo, quam G; ſicut E magis removetur, quam D: inverſum ergo depingitur objectum.

730. *Sextum. Si objectum* AB *fuerit ſpeculo* EF *parallelum; illius etiam imago* CD (*Fig.* 60.) *erit eidem ſpeculo parallela.* Tantumdem enim a ſpeculo diſtant imaginis, quantum objecti puncta, ut demonſtravimus.

731. *Septimum; Si objectum* BC (*Fig.* 4.) *fuerit inclinatum ad ſpeculum* BD; *parem etiam inclinationem ad ſpeculum habebit imago* BF.

A ſingulis enim objecti punctis DC ductis rectis DIK, CGF ad ſpeculum perpendicularibus, erunt ſingulorum punctorum v. g. DC imagines in perpendicularium, ſeu cathetorum punctis KF, quæ æqualiter a ſpeculo diſtent, atque reſpondentia ſingulis puncta DC objecti: omnia ergo, & ſingula puncta imaginis habent eandem a ſpeculo diſtantiam, atque ſingula omnia puncta in objecto reſpondentia; habet ergo imago eandem inclinationem, atque objectum.

732. *Octavum. Hinc pendet, & intelligitur vulgare phænomenon, quotidie intra cameras ſpeculis ornatas ab omnibus obſervatum:* Si objectum IM, & ſpeculum IK ita ſint ſibi ipſis inclinata, ut angulum MIK (*Fig.* 5.) 45. graduum efficiant; imago IL ita poſt ſpeculum exhibebitur, ut cum objecto efficiat angulum LIM rectum, ſintque ſibi mutuo perpendicularia. Angulus enim LIK a ſpeculo, & imagine efformatus, eſt etiam 45. graduum: ergo Angulus

MIL, ex duobus compositus, est rectus. Hinc si objectum sit IL horizontale, speculum vero IK sit ad horizontem angulo 45. graduum inclinatum; imago erit horizonti perpendicularis IM: quæ quidem erit erecta, si vertex objecti sit L, magis a speculo remotus, quam pedes: alias erit imago etiam inversa.

733. Si ergo speculum IK muro affixum, cum illo, & etiam cum horizonte efficiat angulum 45. graduum; homo in L, cameræ pavimento ante speculum ab L versus K erectus, imaginem suam post speculum a K versus M projectam, & horizonti IL parallelam habebit; ita ut pedes sint versus M, caput versus K appareat. Id vero est, quod passim observamus. Si vero angulus KIM speculi cum muro sit semirecto minor; imago non erit amplius horizonti parallela; sed pedes in M magis erunt depressi, quam caput; contra vero erunt pedes altiores, quam caput versus K existens; si angulus MIK sit semirecto major.

734. *Nonum: Imago objecti in speculo plano exhibiti est eidem objecto æqualis*. Sunt enim æquales rectæ BE, BF (*Fig.* 3.): sicut etiam BD, BG: ergo si a BE, BF auferantur BD, BG; supersunt DE, GF, hoc est, objectum, & imago æqualia.

735. *Decimum. Beneficio duarum reflexionum, quas superius exposuimus, duplicem videmus objectorum imaginem*. Objecti A (*Fig.* 6.) imaginem videt in H, & in I spectator B in speculum LC intuens: prior vero imago H prioris reflexionis ope in prima, & superiori vitri superficie peracta depingitur: remotior I a radiis in postica superficie reflexis exhibetur. Quare autem alia sit altera remotior, & obscurior, satis in superioribus exposuimus. Duplicatus hic imaginum numerus in illis speculis, & corporibus locum non habet, neque efficitur, in quibus unica tantum est superficies reflectens, ut ex dictis patet.

736. Quare si secundam illam, & confusissimam imaginem in I exhibitam, missam faciamus; indubium generatim est, in uno eodemque speculo plano cujuscumque magnitudinis existat, unicam tantummodo ejusdem objecti formari posse imaginem, ut ex hactenus demonstratis satis liquet.

PRO-

PROPOSITIO XLII.

737. *Si objectum per plures reflexiones in pluribus speculis videatur; distantia imaginis ab oculo erit æqualis omnibus radiis incidentiæ, & reflexionis simul sumptis.*

Statuantur tria specula A B, A M, M N (*Fig.* 63.), objectum sit D, spectator O trans murum, vel impedimentum D Q intuens in tertium speculum M N: radius D C pergit reflexus in L, ab L regeritur in tertium speculum P, a P ad spectatorem dirigitur.

Ducantur deinde perpendiculares ad specula rectæ, D E ad primum, E G ad secundum, G I ad tertium.

738. Demonstratio. Si spectator esset in L; objectum videret in E, ita ut distantia E L esset æqualis radiis D C, C L (*n.* 723.); objectum ergo D perinde agit in L per reflexionem, atque si existeret in E: posito autem objecto in E, si spectator esset in P, illud videret in puncto G catheti incidentiæ E G, ita ut G P sit æqualis lineis E L, L P, hoc est, D C, C L, L P simul sumptis. Similiter ergo spectator O objectum D per vias D C, C L, L P, P O, seu per G P, P O agens, videt in I in catheto incidentiæ G I tertii speculi M, ita ut OI sit æqualis radiis D C, C L, L P, P O simul sumptis.

739. Propositionem quotidiana experimenta confirmant. Non solum duo, aut tria, sed plura etiam specula multiplici ratione inter se disponi possunt ad ejusmodi effectus producendos. Ex ipsa autem speculorum dispositione patet, quam plurima objecta D in aliquo speculo M N (*Fig.* 63.) spectari a nobis posse, licet illa objecta a nobis, & speculo impedimenta aliqua opaca separent.

740. Illud etiam in iis imaginibus semper observatur, quod eo sint dilutiores, minusque vividæ, quo in majori apparent distantia, aut per plures reflexiones ad nos perveniunt radii. Phænomeni causa est obvia: quo major est distantia, minor est luminis intensitas: in singulis deinde reflexionibus non parum luminis deperditur; quo plures igitur extiterint, a remissioribus radiis imagines depingentur.

PRO-

PROPOSITIO XLIII.

741. *Unico speculo plano, aut plurimis in eodem plano jacentibus multiplicari non potest ejusdem objecti imago: multiplicari tamen illa incipit, cum angulum efficere incipiunt specula: eoque pluries multiplicantur imagines, quo acutior fuerit angulus, intra cujus latera, & objectum, & oculus existunt.*

Non amplius jam de duplici imagine loquimur in speculo plano efformata, quam superius exposuimus. Prima pars propositionis est ex dictis manifesta, etiamsi sint plura specula in eodem plano; tunc enim unius tantummodo capacioris, aut etiam rupti speculi munus agunt, ex quo unica tantum reflexio fieri potest ad oculum perveniens. Idem enim est, sive A B, C D sit unicum speculum integrum, sive ruptum in B, sive sit duplex (*Fig.* 64.).

742. Cum duo specula A B, D C incipiunt convergere in angulum; in singulis jam videri potest, atque proinde duplicari idem objectum, ut per se patet, & facili experientia observare quisque potest. Si specula convergant in angulum H B I, & ponatur objectum in S, spectator in G; videbitur primo objectum per radios S I, I G unica tantum reflexione; secundo per radios S N, N Q, Q G; tertio per radios S O, O P, P G post duplicem reflexionem: pariter etiam ex alia parte reflectent radii; objectum igitur pluries videbitur.

743. Cum objecti, & spectatoris positiones, atque anguli magnitudo variari possint fere in infinitum; inutile erit in hisce positionibus inquirendis diutius immorari. Eo magis vero objectum multiplicabitur, quo angulus H B I acutior fuerit, ut facile unusquisque facto periculo edoceri poterit, & hac etiam ratione suadebitur. Dum duo specula AB, CD (*Fig.* 65.) in eodem plano jacent, nullumque angulum efficiunt; reapse unum tantummodo speculum componunt, in quo semel tantum videtur objectum; Si specula adeo ab extremis A D ad se invicem convergant, & inclinentur, ut reducantur ad parallela B E, C F, idem objectum L infinities in singulis depingi poterit, ut statim demonstrabimus. Jam vero duo specula B A, C D paullatim a situ A B, C D

CD convergentia, atque acutiorem, & acutiorem semper angulum efficientia, eo magis a priori situ AB, CD, in quo nulla est multiplicatio, ad secundum BE, CF, ubi est infinita, accedunt, quo acutior fuerit angulus HBI.

744. In speculis autem planis BE, CF infinitas efformari objecti L inter specula interpositi imagines, facile patet. Radii ab L in S ad perpendiculum incidentes reflectuntur versus T, a T iterum ad S regeruntur, unde repulsi ad T iterum ad S regrediuntur; ad singulas autem reflexiones in S singulæ respondent imagines MNOP seriem in infinitum componentes, & magis semper, & magis a speculo distantes juxta superius dicta; totidem etiam ex alia parte apparebunt ejusdem objecti imagines; cum eadem utrimque sit ratio.

§. II.

DE SPECULIS CONVEXIS ET CONCAVIS.

745. Præter jam dicta de speculis planis plurima alia de iisdem dici hoc loco possent; bene multa etiam de speculis curvis scitu dignissima in philosophorum gratiam libenter exponerem; quoniam tamen in immensum protraheremur, illa inpræsentiarum omittimus, Lectorem ad eos mathematicos remittentes, qui pro dignitate *Catoptricam* pertractarunt, quales imprimis sunt *Dechales*, *Traberus*, *Barrovu*, *Smith*, & alii.

PROPOSITIO XLIV.

746. *Specula convexa* ABC (Fig. 7.) *spectari debent, tamquam infinita specula plana infinite parva superficiem sphæricam v. g. componentia.*

Propositionis veritatem in Geometriæ Elementis demonstravimus. Superficies scilicet sphærica v. g. aliud non est, quam infinitæ aut innumeræ insensibiles superficies planæ in orbem circa idem centrum in eadem ab illo distantia dispositæ.

COROLLARIA.

747. Plurima ex hac propositione consequuntur Geometriæ & observationibus conformia; *Primum*: Speculum convexum (idem de concavis dictum habe) sunt innumera plana specula in diversis planis jacentia. Omnia enim puncta, seu insensibilia segmenta superficiei A B N G magis semper, & magis inflectuntur, & a plano puncti B, seu H I recedunt.

748. *Secundum*: Reflexio radiorum K B in puncto superficiei sphæricæ convexæ perinde fit, atque si incideret in punctum B plani H I, quod sphæram illo in puncto tangeret. Punctum enim B, hoc est, segmentum infinite parvum superficiei sphæricæ est insensibile planum: est igitur in eadem superficie plani H I sphæram in puncto B tangentis: perinde igitur a puncto B sphæræ reflectit radius K B, atque si in planum tangens H B I incideret.

749. *Tertium*: Anguli incidentiæ, & reflexionis computari possunt, aut in plano tangente H B I, aut in curva A B C, hoc est, vel dici possunt K B H, L B I vel K B A, L B C. Quocumque modo spectentur, semper sunt inter se æquales secundum generalem reflexionis legem.

750. *Quartum*: Axis reflexionis erit M B ducta per punctum reflexionis B perpendicularis ad planum tangens H I: & hinc axis M B continuatus necessario transibit per speculi centrum D (a).

751. *Quintum*: Catheti incidentiæ, & reflexionis debent esse tales lineæ K P D, L N D, quæ per centrum D transeant, illicque cum axe concurrant. Sunt enim perpendiculares ad speculum, & in eodem plano reflexionis cum axe MB (*n*. 701.); linea autem M D est perpendicularis ad sphæram, si recta incidat in planum H I sphæram in puncto incidentiæ tangens, hoc est, in planum infinite parvum B (*b*): cathetus igitur incidentiæ perpendicularis est ad planum infinite parvum B, seu ad planum, quod sphæram tangeret in B: per centrum igitur D transit (*c*).

751.

(a) *Elem. Geom. num.* 86.
(b) *Elem. Geom. n.* 194. 195.
(c) *Elem. Geom. numeris citt.*

752. *Sextum:* Catheti K D, L D, axis M B, radii K B, B L (*Fig.* 7.) sunt omnes in eodem plano ad superficiem sphæricam perpendiculari. Planum autem quodcumque A B G F (*Fig.* 58.) erit perpendiculare ad sphæram X, si sit perpendiculare ad planum F M G tangens sphæram in puncto P, per quod prius planum A G pertransit.

Primum patet ex generalibus reflexionis legibus: Secundum eodem modo exponitur, intelligitur, & demonstratur, atque modo exposuimus, quo pacto linea sit ad superficiem sphæricam perpendicularis.

753. *Septimum:* Radius igitur reflexus L B, si ulterius intra speculum produceretur, cum catheto K D incidentiæ concurreret in G (*Fig.* 7.), ac proinde in eo etiam catheto imago objecti videbitur. Eodem modo hæc veritas de speculis convexis, atque superius de planis demonstratur. Magis etiam fiet manifesta, si duobus oculis A B (*Fig.* 8.), aut pluribus radiis E A, F B ipsummet objectum D videatur; uterque enim hic radius, cum sint ab A B versus C æqualiter convergentes, & cathetus D C in utroque eorum plano existat; necessario in aliquo catheti ipsius puncto C concurrunt, & objectum exhibent.

754. *Octavum:* Omnes illi radii, qui ita incidunt in speculum convexum sphæricum, ut ulterius producti per centrum transirent, in se ipsos reflectuntur, v. g. radius K P (*Fig.* 7.), omnes catheti, & axes reflexionis. Ii enim soli, & omnes sunt ad speculum perpendiculares: in se ipsos igitur soli reguntur.

755. *Nonum:* Imagines objectorum, quæ in speculis sphæricis convexis videmus, apparent inter centrum A speculorum, & tangentem per punctum reflexionis E ductam.

756. Triplex autem distinguitur casus: vel imago apparet intra speculum in puncto H, ut in figura undecima, vel in ipsa speculi superficie, ut in puncto D figuræ nonæ (*Fig.* 9. 10. 11.); vel tandem in puncto aliquo L inter speculum, & tangentem, ut in figura decima visitur.

757. Singuli autem hi casus dependent a magnitudine anguli C A B a catheto incidentiæ, & axe reflexionis in centro facti. Si hujusmodi angulus A fuerit

fit duplus anguli incidentiæ R E X ; imago apparebit in periphæria D .

758. Si angulus A sit plusquam duplus anguli incidentiæ B E F ; apparebit objectum in puncto L extra speculum . Si angulus A sit minor , quam duplus anguli incidentiæ B G D ; objecti imago intra speculum apparebit . Tria hæc postrema demonstrare ; facile esset ; id quod citatis Catoptricæ elementis fecimus : In re exigui momenti ; & ad mathesim potius ; quam ad physicam spectante ; & alioquin experienti s certa impræsentiarum demonstranda supersedeo .

P R O P O S I T I O XLV.

759. *Radii ab eodem objecto* T (Fig. 17.) *in speculum convexum incidentes magis post reflexionem disperguntur ; quam si a speculo plano reflecterentur .*

Sit objectum quodcumque T ; radios T O , T R in speculum convexum mittens : per puncta reflexionum O R ducantur duo plana sibi parallela O X , R V ; quorum primum tangat speculum in O .

760. Demonstratur . Si loco speculi convexi substituatur planum unum , aut duo sibi parallela ; & per puncta O R transeuntia ; radii post reflexionem erunt O S , R C divergentes ; at si reflexio R non fiat in plano Y R V priori O X parallelo ; verum in plano A R , planum O X ita secante , ut angulus incidentiæ T R V minuatur ; & fiat angulus T R A ; radius T R post reflexionem in R non amplius per R C ; ut prius , sed per R D regeretur , ut scilicet æquales fiant anguli acutiores T R A ; B R D : secunda autem hac ratione fit radiorum reflexio in speculis convexis , ut exposuimus : magis igitur disperguntur radii .

C O R O L L A R I A.

761. Ex hac propositione sequentia deducuntur . I. In speculis convexis imagines semper esse minores , quam objecta . In speculis enim planis sunt imagines objectis æquales ; cum ergo in speculis convexis radii a speculo versus oculum magis divergant , quam in planis ; ab oculis versus speculum magis etiam con-

convergent: objecta ergo videntur ad angustius spatium redacta. Clariora hæc fient ex dicendis in Dioptrica.

762. II. Ab uno, eodemque objecto T unicus tantum ad oculum S pervenire potest radius reflexus a speculo convexo. Id enim superius de speculis planis Y E V demonstravimus: potiori igitur jure in convexis locum habet, in quibus radii magis disperguntur.

763. In speculis igitur convexis unicum tantummodo sensibile punctum, seu exiguum superficiei segmentum ab eodem luminoso corpore, puta a sole, illuminatum videbimus; etsi integrum hemisphærium speculi sit illuminatum: omnes vero aliæ speculi partes nobis erunt obscuræ. Id jam etiam de planis speculis demonstravimus; potiori autem jure de convexis propter majorem radiorum dispersionem. Et hinc siquam sphæram omni ex parte a sole illuminatam videamus; illius superficies non est levigata, sed aspera, & scabrosa.

PROPOSITIO XLVI.

764. *In speculis concavis sphæricis* ABCD (*Fig.* 12.) *sunt perpendiculares ad speculum omnes illi radii* D B, *qui per centrum* D *transeunt, vel producti per centrum transirent, in quamcumque speculi partem cadant.*

Demonstratur. In sphæra aut circulo omnes rectæ a centro D ductæ sunt perpendiculares ad rectas, aut plana tangentia G H, quæ circulum, aut sphæram tangunt in punctis B; per quæ ducuntur radii (*a*): cum igitur ex superius dictis reflexiones radiorum fiant in curvis perinde, atque in planis tangentibus; radii D B erunt ad speculum perpendiculares: Specula sphærica sunt plerumque parva sphæricarum superficierum segmenta GB (*Fig.* 13.); illorum centra sunt puncta E, in quibus est centrum sphærarum; quarum specula ipsa sunt segmenta.

CO-

(*a*) *Elem. Geom. num.* 194. 195. 80.

COROLLARIA.

765. *Primum*. Omnes igitur radii E B, E D a centro in ſpeculum cadentes, in ſe ipſos reflectuntur: hæc enim eſt radiorum perpendicularium proprietas.

766. *Secundum*. Qui ergo in centro ſpeculi exiſteret, in ſingulis ejus punctis imaginem ſuam haberet, hoc eſt, infinities in ſpeculo ſe ipſum videret multiplicatum in imagine; & hinc maxima confuſio: & quia infinitæ, nulla proprie eſſet imago. Si tamen in centro exiſteret luminoſum aliquod v. g. lucerna; oculus in centro ſimiliter exiſtens, totum ſpeculum videret illuminatum, contra ac in planis, & convexis ſpeculis accidit.

767. *Tertium*. Quicumque illi radii F G, A B in ſpeculum concavum cadant, quin per centrum E tranſeant, ſunt ad ſpeculum obliqui; ac proinde in ſe ipſos reflectere non poſſunt: neque enim ab eodem puncto G lineæ cujuſcumque rectæ erigi poſſunt duæ perpendiculares ad ipſam rectam (*a*): ſi ergo G E eſt perpendicularis, omnes aliæ G F, ex eodem puncto ductæ, ſunt obliquæ.

768. *Quartum*. Linea E B, a centro ſpeculi ad punctum reflexionis B ducta, eſt *axis reflexionis*; cum ſit ad ſpeculum perpendicularis & per punctum reflexionis tranſeat, *Angulus* igitur *inclinationis* in hujuſmodi ſpeculis eſt Angulus A B E (*Fig.* 13.] 12.) *Anguli incidentiæ*, & *reflexionis* ſunt A B G, C B H; in concavis tamen ſpeculis ad angulos inclinationis præcipue attendimus.

769. Cum concava ſpecula eam habeant proprietatem, ſtatim demonſtrandam, ut radios quamplurimos axi parallelos in quodam axis ipſius puncto intra ſpeculum poſito congregent, illicque ignem accendant, ſi in ſolem convertantur; hujuſmodi punctum H dicimus *Focum*.

PROPOSITIO XLVII.

770. *Radii quicumque* F G, A B (Fig 13.) *axi* C D *pa-*

(*a*) *Elem. Geom. num.* 64. 65.

parallæli, qui angulum inclinationis A B E, F G E *minorem angulo 60 graduum efficiunt, ita reflectuntur in speculo concavo sphærico, ut cum axe concurrant in puncto quodam* H *a speculo distante minus, quam quarta pars diametri, aut dimidium radii* D E.

Radios F G post reflexionem concurrere cum axe, est omnino evidens ex supra demonstratis; sunt enim in eodem plano, & versus axem convergunt. Demonstrandum igitur est, punctum H, in quo concurrunt, minus distare a D, quam a centro E. Anguli F G E, E G H sunt æquales: æquantur etiam alterni F G E, G E H formati a rectis G F, H C per hypothesim parallelis (*a*): æquantur ergo anguli E G H, G E H; ergo etiam æquantur latera G H, E H (*b*): cum ergo G H sit major, quam H D (*c*); erit etiam H E major, quam H D; ergo H D est minor, quam quarta diametri pars, aut radii dimidium.

771. Non omnes radii cadentes in speculum concavum sphæricum axi paralleli, quorum inclinationis anguli ad 60 gradus non pertingant, in eodem puncto concurrunt, ut facili calculo demonstrare possemus: verum si anguli non excedant 20 aut 25 gradus, omnes radii sub hujusmodi angulis incidentes, ita reflectentur, ut cum axe in eodem sensibili puncto concurrant, quod ab extremo D axis, seu a speculo quarta fere diametri parte distet.

772. Est dicere: si arcus circuli G B D, 50 fere graduum, circa axem D E, a quo bifariam dividitur, in orbem convolvatur; describet speculi concavi sphærici segmentum, in quod cadentes radii ad axem paralleli in puncto eodem congregantur.

773. Si inclinationis angulus F B A sit 60 graduum; radii reflexi confluunt in extremitate axis D, hoc est, in ipsa speculi superficie. Inclinationum angulis a gradu 60 usque ad 25 decrescentibus, etiam puncta concursus radiorum magis recedunt a vertice D.

COROLLARIA.

774. Plurima ex hac propositione consequuntur mirabi-

(a) *Elem. Geom. n.* 85. (b) *Elem. Geom. n.* 102.
(c) *Elem. Geom. n.* 70.

rabilia, ratione & experimentis confirmata, quorum pauca attingemus, reliqua Catoptricæ scriptoribus relinquentes. *Primum*: *Si speculum sphæricum concavum in solem convertatur; intensissimum calorem producit in foco A; & corpora illic locata accenduntur; inflammantur, aut solvuntur pro varia ipsorum corporum natura*. Radii enim solares F G, A B, C D ob immensam solis a tellure distantiam, sunt inter se, & axi paralleli: in foco igitur H congregantur reflexi, ibique expositos producunt effectus. Corollarii veritatem quotidiana, & notissima experimenta confirmant; quorum præcipua retulimus, cum de ignis natura, viribus, effectibus disputavimus.

775. *Secundum*. *Et hinc ex plurimis speculorum segmentis similibus illud plures radios congregabit, quod erit majoris sphæræ segmentum*. In latiori enim, & capaciori superficie plures excipiuntur, & reflectuntur radii, ut ex se patet: Inflammatio etiam, & ignis vires atque effectus eo erunt promptiores, & vehementiores, quo speculorum superficies lævigatior, & densior extiterit, cæteris quidem paribus: plures enim radios remittit lævigatior, minusque porosa corporis superficies, quam asperior, aut pluribus poris perforata.

776. Omittendum tamen non est, radios magis in foco uniri, si speculum sit minoris, quam si sit majoris sphæræ segmentum. Cum enim sphæricorum speculorum focus non sit punctum, sed sit brevissimum lineæ segmentum, diametrorum magnitudinibus proportionale; quo minor fuerit diameter, insensibilius etiam erit, hoc est, angustius concursus radiorum spatium.

777. Memorabile illud ab antiquis historicis traditum legimus, Romanam classem Syracusæ portu anchoris stantem; a qua ex illa parte civitas obsidebatur, fuisse ab *Archimede* speculi reflectentis ope inflammatam. Speculum manibus impositum a Romanorum navibus plurimos passus, centum forsan & amplius distasse, maritimæ obsidionis bellicæ fert ratio. In magna adeo foci distantia focus amplius non est: radii in puncto non uniuntur, sed in amplum spatium confluunt, igni generando impares. Rem a recentioribus illa de caussa fabulæ loco habitam vindicavit *Buffon*: factoque periculo ignem ad 150 pedum

dum distantiam ope reflectentium speculorum accendit: non quidem concavis; uno aut pluribus, sed plurimis planis speculis radios in idem punctum reflectentibus, ad rem adhibitis (a).

778. *Tertium. Si in foco* G *speculi concavi lucernam constituamus; radii* GD GB (Fig. 14.) *in speculum incidentes post reflexionem remittentur paralleli per* DI, BH. Incidentia enim, & reflexio fit reciproce per easdem semitas; juxta universalem reflexionis legem; hoc est; si radius HB pervenit in G reflexus; radius similiter GB, si spectetur, ut directus, facta eadem reflexione in B per semitam BH dirigetur. Rem ipsam experientia demonstrat.

779. *Quartum. Et hinc si in foco* G *speculi* DCB *accensa candela constituatur, e regione vero ad aliquam exiguam distantiam aliud speculum concavum priori directe oppositum disponatur, in cujus foco fomes aliquis, v. g. purgatum lucernæ ellychnium ex stat; secundum hoc corpus in secundi speculi foco constitutum a candela* G *in prioris speculi foco existente accenditur.* Radii enim GD, GB remittuntur paralleli (n. 802.); in secundum igitur speculum incidunt sibi & axi paralleli: in hujus igitur foco post reflexionem confluunt, & ignem accendunt. Rem *Viennæ* Austriæ experimento demonstravit *Zhanc*, accensis enim carbonibus in G collocatis, ellychnium ad 24 pedum distantiam accendit.

780. *Quintum. Hinc etiam sequitur, quod ope reflexionis in speculo concavo* DCB *lucem satis intensam, & ad legendum sufficientem ad notabilem distantiam producere, & habere possimus.* Res est ex dictis manifesta.

781. *Sextum. Si luminosum* F (Fig. 15.) *constituatur inter focum* A, *& speculum* BDK; *ejus radii post reflexionem erunt divergentes: si vero ponatur luminosum inter focum* A, *& centrum* G; *radii remittentur convergentes, & cum axe post centrum concurrent.*

782. Demonstratur. Si luminosum sit in foco A; radii post reflexionem sunt sibi, & axi paralleli. Jam vero angulus FBG est major angulo ABG; ergo angulus GBH æqualis primo, est major, quam angu-

(a) *Memoires de l'Academ.* 1747.

angulus GBC, æqualis secundo: si ergo radii ab A provenientes remittuntur per BC paralleli; a puncto F incidentes regeruntur per BH divergentes. Aliam partem eodem modo demonstrabis, immo ex prima deduces.

783. *Septimum, Ex hactenus dictis nullo negotio habetur, ubi objectorum imagines in speculis concavis exhibeantur:* nimirum objecta remotissima v. g. sol, quorum radii incidunt in speculum inter se, & axi paralleli, imaginem habebunt in foco A, Illic enim solummodo congregantur radii.

Rebus tamen permutatis, si objectum transferatur ad focum A; nullam habebit imaginem in speculo: cum illius radii remittantur paralleli, & nullibi uniantur.

784. Si objectum v. g. sit inter focum A, & centrum D, ejus imago depingetur in axe ultra centrum, in puncto F v. g. (*Fig.* 16.), ubi radii post reflexionem concurrent; vicissim etiam, si objecta in axe ante centrum existant, neque eorum radii sint sensibiliter paralleli; illorum imagines inter centrum, & focum depingentur.

785. Si objecta sint inter focum A (*Fig.* 15.), & speculum D, v. g. in F; illorum imagines extra speculum apparebunt, in puncto scilicet, in quo cum axe concurrerent divergentes BH, si extra speculum producerentur. Manifesta hæc sunt ex iis quæ superius pro loco imaginum in planis speculis determinando exposuimus.

SCHOLION.

786. Pro hujus Lectionis, & Catoptricæ Physicæ coronide, verbum saltem de speculis parabolicis dicamus. Celeberrima est parabolæ proprietas alibi a nobis indicata (a), quod scilicet ductis per quæcumque ipsius curvæ puncta ECH (*Fig.* 66.) rectis tangentibus, rectæ BC, BE, a foco B ad contactuum puncta ductæ, angulos efficiant iis æquales, quos cum ipsis tangentibus efficiunt rectæ axi MA parallelæ, & per eosdem contactus transeuntes; ita ut sint

(a) *Elem. Geom. appendice prima.*

sint æquales anguli PCD, BCA, & similiter anguli GEF, BED æquentur. Inde sequitur, superficiem concavam parabolicam; genitam scilicet a parabola OAN circa axem suum conversa, speculum esse parabolicum, cujus illa est proprietas, ut si ad solem convertatur; radios in foco B colligat. Hujusmodi specula multo perfectiora sunt, quam sphærica, & intensissimum ignem in foco accendunt.

787. Radios etiam ex uno ellipticæ superficiei foco emissos, & in superficie elliptica reflexos ad alium focum confluere, ibique congregari, docuimus; cum soni naturam; proprietates, & phænomena exposuimus.

788. Plurima alia scitu digna prætermitto, apud *Dechales* (a) *Smith* (b) & alios videnda. Paucis solummodo in curiosorum gratiam indicandum novum Domini *Berniere* (*) inventum ad Catoptricam, & Diopricam spectans. Cum flectendi, seu curvandi vitrum rationem, & secretum perperam semper desideratum tandem invenisset; politissimas chrystalli laminas ita inflexit, ut mirabilia aliquot specula caustica, & lentes construxerit. Speculum, quod Galliæ regi construxit anno 1735. (quo primum vitra inflexit) diametrum 4. pedum habet: eaque est radiorum in illius foco efficacia; ut contusi ferri laminam paucis minutis secundis fundat. Id speculum Castello la Meute asservari dicitur. Regio ejusmodi rerum fabricandarum privilegio anno 1756. obtento, plurimas exinde vitrorum inflexione aqueas lentes construxit; quarum crystallinæ laminæ circulares in sphæræ segmentum flexæ circumferentiis adeo politis terminabantur; & mutuo appressæ congruunt; ut citra ullum glutten se solis aquam effluere non permittant. Efficaciores chrystallinis solidis esse, & viliori insimul pretio constare, scribit *Saintignon* (c):

DIO-

(a) *Mundus Mathematicus Catoptricæ*.

(b) *Optique par Mr. Smith*.

(*) *Controleur general des ponts & des chaussèes du Royaume*.

(c) *Saintignon*. *Physique vol. 4. a pag. 318*.

DIOPTRICA PHYSICA

TERTIA OPTICÆ PARS

QUÆ EST

DE VISIONE REFRACTA, LUMINIS REFRACTIONE, TELESCOPIIS, ET MICROSCOPIIS,



LECTIO XV.

De Refractione Luminis, ejusque causa, legibus, Phænomenis.

789. Corpora, dum per ejusdem semper densitatis medium moventur, eandem semper tenere viam; directionem vero mutare, cum ab uno ad aliud diversæ densitatis medium transeunt, fuse in loco exposuimus (*a*). Ne igitur eamdem recoquamus crambem, definitiones impræsentiarum necessarias citata Lectione videre oportet. Sequenti a solummodo addenda sunt. Angulus *Refractus* est GBI (*Fig.* 1.), quem in secundo medio radius refractus BG, & refractionis axis BI efficiunt. *Refringuntur radii a perpendiculari*, cum radius GB in secundum medium v. g. in aerem egrediens, per BA ita pergit, ut cum axe BH majorem efficiat angulum HBA in secundo, quam in priori medio. Contra vero radius AB dicitur refringi ad perpendicularem BI, quando minorem angulum GBI cum perpendiculari BI efficit in secundo, quam in priori medio.

ADNOTATIO HISTORICA.

790. *Circa luminis Refractionem tria primo quærenda*

(a) *Phys. General. tom.* 1. *lect.* 17.

da sunt, aut probanda, Existentia, Leges, Causa. Primum jam inde ab antiquissimis temporibus Philosophi agnovere; cum ab innumeris, notissimis, & obviis observationibus innotescat.

791. Secundum, nempe refractionis leges, primi jam Opticæ scriptores Vitellius & Alhazen quæsierunt; sed usque ad ipsum etiam Keplerum fuerunt penitus ignotæ. Snellius & Descartes primi omnium fuere, qui data opera rem feliciter aggressi post quamplurima instituta experimenta, & observationes leges illas antiquis ignotas detexerunt.

792. Tertium nulli hactenus Philosopho certo innotuit. Post inventas refractionis leges primus etiam fuit Descartes, qui hujusce phænomeni causam ingeniose excogitavit, & proposuit. Motum scilicet obliquum, quo lux in aquam v. g. incidit, in duos resolvendo juxta leges resolutionis motus diagonalis. Cartesii ratiocinium exposuimus, cum de refracto corporum motu disputavimus, in quem locum lectorem remitto. Porro cum ex Cartesii demonstratione, aut analysi sequeretur, corpus eo in medio magis recedere a perpendiculari, in quo majorem inveniat resistentiam, ut reapse in corpore ab aere ad aquam transeunte observamus; ex alia vero parte experientia demonstret, lucem ab aere in aquam transeuntem accedere ad perpendicularem; hoc ipsum maxime Cartesio apponebant, lucem scilicet plus resistentiæ in aqua, quam in aere, hoc est, in medio densiori, quam in rariori offendere velociusque in primo, quam in secundo moveri. At rem ita esse major saltem hodie physicorum pars admittit. Aliud igitur alicujus ponderis opponi Cartesio non potest, quam suamet de luminis natura hypothesis.

793. Qui attractionum systema, aut hypothesim statuunt; hujusmodi viribus luminis refractionem tribuunt. Aqua, inquiunt, magis attrahit, quam aer, cum multo sit illo densior: rursus vis attrahendi est in superficiebus maxima, & in iis vehementius, atque efficacius agit: & hinc radius perpendicularis HB non refringitur; quia cum in neutram partem inclinet, æqualiter ab omni parte attrahitur, dum est prope punctum B (Fig. 1.), aut per aquam jam ingreditur. Radius vero obliquus AB prope ingressum B magis attrahitur deorsum ab aqua versus I, quam ab aere, aut a remotiori aqua versus K: relicta igitur priori semita BK, aliam

sequitur BG *magis ad perpendicularem accedendo. Tandem si ab aqua in aerem transeat per* GB, *in superficie* B, *& post egressum magis attrahitur ab aqua* BI, *a qua minus distat radius* BL, *aut* BA, *quam vel ab aere, vel ab aqua* BC; *a qua est magis remotus. Opus igitur est, ut ex* B *magis versus* I *deflectat, relictaque priori semita* BL, *per aliam* BA *a perpendiculari* HB *remotiorem pergat.*

794. *En Phænomeni explicationem, & causam a Nevtonianis communiter allatam: ex qua primum illud* Cartesii *assertum confirmatur, quod lux per aquam, aut alia densiora media velocius pergat, minoremque resistentiam offendat, quam per aerem: quod negaverat* Fermat, Cartesii *impugnator, & postea cum aliis negavit etiam* Leibnits.

795. *Si Geometram tantummodo ageremus, aut hypothesibus acquiesceremus, nihil de causa physica, atque vero rerum statu soliciti; data phænomeni expositio probari utcumque posset. Nihil enim ad Geometram attinet, vera sit necne, quæ ab illo ponitur hypothesis: id unum quærit, ut secundum datam hypothesim, & constructionem phænomenon explicetur. Hunc esse agendi modum Geometris familiarem, Geometria, & Astronomia ipsa declarant.*

796. *Sed cum physicum agamus, veras & materiales rerum causas quæramus; non pauca sunt (præter alibi jam dicta), quæ expositæ causæ opponuntur, atque satis intelligi non possunt.* Primum: *Ipsemet verus transitus luminis per aquam, vitrum &c.: sit enim corpus* CU *aqua, vitrum, aut quodcumque aliud corpus pellucidum, in cujus punctum aliquod datum incidant radii per plana quæcumque perpendicularia sub omnibus, & quibuscumque directionibus, angulis, planis &c.: per quodcumque planum, aut angulum incidant, aquam & vitrum in eodem puncto* B *ingrediuntur, & infinitas semitas distinctas pro planorum, & angulorum diversitate arripiunt. Jam vero concipe, si potes, intra vitrum, aquam &c. a puncto quocumque* B *semitas, seu canales rectos versus omnes partes directos, per quos particulæ luminis pertranseant.*

797. *Dabo parumper in puncto* B, *quascumque velis, attractiones: nisi prius expedias canalem rectum* BG; *impossibile erit, ut radius* AB *per illum refractus moveatur: Attractio non expedit, neque efficit canales*

re-

rectos; uno verbo, vis attrahens particulam introducet; & propellet per canalem diversum, atque antea movebatur; ut novæ huic directioni mos geratur, patere debet via expedita.

798. Nihil sane hæc ad Geometram, qui ad nihil aliud animum advertit, quam ad factam a se, aut conceptam constructionem, seu ad duas illas vires, quibuscum movetur lux, aliam quidem qua ipsa defertur, aliam vero attrahentem. Has duas vires quibusdam lineis, & angulis exprimit: expressas comparat, & calculum instituit: alia tamen Physico peragenda: explicandæ illi res sunt, ut in natura existunt, non ut in charta, aut idea repræsentantur, vel construuntur.

799. Illud præterea in hoc systemate est inconcinnum, quod scilicet aliquod generale effatum statuant, vires nimirum attrahentes omnium corporum esse ipsorum massis proportionales, ac proinde esse in ratione directa densitatum (a), quod quidem evidenter deducitur ex generali attractione, singulis omnium corporum particulis convenienti. Hic tamen fateri coguntur, vim attrahentem corporum non esse in omnibus corporibus eorum massis, & densitatibus, proportionalem: cum & experientia demonstret, & ipsimet candide fateantur, ab aliquibus rarioribus corporibus magis refringi lucem, quam a densioribus: atque Nevton ipse (b) & Havksbe (c) experimento compererint, luminis radios æque in oleo ceræ, atque in antimonii butyro refringi; licet secundum sit triplo fere priori densius.

800. Quin immo lux aliquando ab uno quodam in aliud medium æque densum ab alumine v. g. in vitriolum transiens refringitur: Quandoque etiam ad perpendicularem flectitur, cum a densiori in rarius transit, ab aqua scilicet in oleum terebinthinæ: quorum densitates sunt, ut 8. ad 7. Sunt etiam diversæ densitatis media, in quorum ab uno ad aliud transitu omnino non refringitur: quicumque sit inclinationis angulus. Exemplo sint borax, & oleum olivarum; quæ sunt inter se densitate, ut 11. ad 6.

801. Rursus vim attrahentem generaliter crescere, &

(a) Vide Gravesf. Musch. Desagul.
(b) Opt. lib. 2. par. 3. prop. 10.
(c) Apud Musch. Elem. cap. 28. n. 866.

& imminui in ratione inversa quadratorum distantiæ a corporibus statuunt: hoc tamen principium in hoc etiam loco non sustinetur; cum hujusmodi vires ad insensibiles tantummodo a superficiebus distantias diffundantur. Tertio: *Dicta modo lex extra superficies tantummodo servatur; aliam in superficiebus statuere opus habent* (a). Quarto: *Tandem in ipsis etiam contactibus vires aliquando crescere in ratione quadrato quadrata, aliquando vero in rationibus multo majoribus ad tuborum capillarium phænomena explicandum admittere compelluntur* (b). *Hæc tamen omnia, iterum dico, nullum Geometræ negotium facessunt; dum enim phænomena in corporibus consonant, eorum causam per curvam, vel rectam aliquam certa quadam ratione ductam & divisam exhibemus, comparamus, exponimus, in calculum redigimus. At phænomena alia in aliis corporibus observata prædictæ theoriæ non quadrant; bene est, curvam, aut rectam alia ratione ductam, & divisam produco: eam voco vim, aut legem. Existunt tamen hæc in rerum natura? Hoc vero est, de quo nihil solicitus est Geometra.*

802. Dechales *tandem*, Barrovv, *& alii quamplurimi radios luminis tamquam cylindros, vel alterius figuræ corpora, crassitie aliqua prædita considerant, atque refractionem derivant ex inæquali resistentia, quam ipsimet cylindri oblique in superficiem incidentes, aut ascendentes offendunt. Hujusmodi refractionis causam, quæ mechanica est, in Lectione de Refractione corporum expositam habes.*

OBSERVATIO.

803. *Si Aquæ superficies* CBT *opaco aliquo corpore contegatur, & unicum tantummodo foramen relinquatur in* B, *cui respondeat lucidum aliquod in* H, *ita ut recta* HB, *a luminoso ad foramen ducta, sit ad aquæ superficiem perpendicularis; oculus infra vitrum aquam continens locatus, in puncto nimirum* I, *per quod perpendicularis* HB *ulterius producta transiret, luminosum* H *directe videt; occultabitur vero luminosum, si ocu-*

(a) *Vide lect. cit.*
(b) *Vide lect. de tubis Capillaribus.*

oculus prædicta recta versus quamcumque lateralem partem declinet. Idem est, si lux ponatur intra I, *observator in* H.

OBSERVATIO.

804. *Si supra vasis* CKVT (*Fig.* 1.) *latus alterum* VT *plana aliqua superficies opaca* TO *erigatur, quæ radios omnes a luminoso* Y *directe in aquam incidentes intercipiat; postea vero idemmet planum* TO *perforetur in* T, *ut radius directus* YT *a luminoso ad aquam possit oblique transire; sequentia observabimus: primo; Vase evacuato radius* YT *per eandem semper rectam* YTR *continuatam pergit. Secundo; Notato vero puncto* R, *in quod radius vase evacuato impingit, si vas aqua, aliove fluido pellucido impleatur, aut vitrum aquæ substituatur; radius* YT *oblique in fluidum, aut vitrum incidens, non amplius pervenit, aut pergit per* TR *in* R, *sed mutata in aquæ contactu directione, per* TS *dirigitur, minus a perpendiculari* TV *recedendo, quam prius per* TR *recedebat. Neque amplius ex* R, *sed solummodo ex* S *videtur luminosum* Y *in puncto* Z.

OBSERVATIO.

805. *Quod si, rebus permutatis, objectum sit in puncto* S *intra vas, observator vero in puncto* Z *in aere, in quod a puncto* S *radius* SZ *recta duci possit; vase quidem evacuato, oculus* Z *objectum* S *videt in loco* S, *ubi reapse existit. Si tamen aquam infundas, aut vitrum v. g. loco aquæ substituas, objecto & oculo non mutatis; non amplius ex* Z *videtur objectum* S, *sed ex* Y, *non tamen in loco* S, *ubi existit, sed in puncto* R.

Ex hisce observationibus, quæ in iisdem mediis semper sunt constantes, & ex peculiari angulorum dimensione, quam statim dabimus, omnis Dioptrica deducitur.

PROPOSITIO XLVIII.

806. *Radii luminosi* XT, *vel* HB *in superficiem, seu planum, aut corpus refringens* CT (*Fig.* 1.) *perpen-*

pendiculares non refringuntur; vel a rariori in densius, vel a densiori in rarius transeant.

Ex observationibus modo adductis res plane constat. Objectum videmus per radios ab ipso emissos, aut reflexos: cum ergo vel oculus sit in H, objectum in I; vel oculus in I, objectum in H, semper oculus videat objectum in loco, seu in directione, in qua reapse existit, per radium seu lineam H I ad superficiem C T perpendiculari; neque illud objectum H ex alio loco K G S intra aut subter aquam posito videri possit per radios, qui per foramen B ingrediuntur; manifestum est, prædictos radios H B, ad superficiem refringentem perpendiculares, non refringi.

Prima igitur hæc refractionis lex & in luce, & in corporibus aliis eadem omnino existit: eadem igitur phænomeni ratio & caussa, ex qua prædictam legem in corporibus cæteris deduximus, & probavimus, in luce etiam locum habet: eamque hoc loco iterum exponere superflueret.

PROPOSITIO XLIX.

807. *Planum refractionis luminis semper est ad superficiem refringentem* C T (Fig. 1.) *perpendiculare.*

Hæc etiam est tam lucis, quam cæterorum omnium corporum refractionibus communis lex, atque eandem habet caussam in loco expositam. In luce ex ipsismet observationibus constat. Si enim ex H vides objectum I per foramen B, illud amplius non videbis, si aliquantulum ab H in latus quodcumque declines. Sit aquæ superficies C T opaco aliquo contecta præter lineam rectam C T: planum transiens per H A B K G I sit ad superficiem C T perpendiculare: ex quocumque puncto K G I videbis objectum A radiis refractis per diversa lineæ rectæ C T puncta ingredientibus: sed quam primum ab illa recta, seu plano K G I declines, objectum non amplius aspicies.

PROPOSITIO L.

808. *Lux Y T a medio rariori, nimirum aere, in densius oblique incidens refringitur ad perpendicularem: transiens vero a densiori in rarius, v. g. ab aqua vi-*

ire

tro & aliis similibus in aerem, a perpendiculari refringitur.

Hæc refractionis lex est luci peculiaris; omnia enim alia corpora nobis nota, & vero motu translata oppositam servant regulam.

De rei veritate nullus dubitat; quæ circa causam verosimiliora existimem, in medium adducam.

809. Lucem in vero oscillationum motu per materiam tenuissimam transmisso consistere, superius docuimus; actio igitur, seu radius luminis transmittitur per materiam æthereum elasticam, & evibratam, aut aliquando etiam per aliam materiam, quæ acceptam vibrationem in ulteriorem æthereum materiam transferat; ut in corporibus pellucidis probabiliter evenire exposuimus. Jam vero pro diversa elasticitate, densitate, & compressione medii, per quod transmittitur actio v. g. sonus, aut alia impulsio, citius aut tardius, hoc est, facilius aut difficilius vis ipsa transfertur, ut mille exemplis passim in natura observatis edocemur. Sonus v. g. per aerem, corpus magnis compressionibus & restitutionibus obnoxium, earumque capax, diffusus, tardissime diffunditur: impulsio vero in corpus continuum, v. g. longam trabem, cujus partes & solidiores sunt, & sensibiliter non comprimuntur, impacta, recepta, & transmissa oculi fere ictu ab uno ad aliud etiam remotissimum extremum propagatur.

810. Jam vero aqua est corpus multo magis densum, & continuum, quam aer, & compressionis, saltem sensibilis, incapax (*a*); ex hoc igitur capite vim acceptam, cujus diffusionis, & transmissionis ipsa sit capax, multo citius, quam aer, transmittit: omnia hæc observationibus innituntur. Rursus ob ipsam majorem aquæ densitatem, atque soliditatem materiaætherea in ejus poris existens, multo magis erit compressa, addensata, & contigua, quam in aere; eritque proinde longe aptior ad acceptas vibrationes citius transmittendas, ut de corporibus elasticis alibi diximus.

811. Ex data hac sensibili, & mechanica rerum explicatione patet, vibrationes per materiam æthe-ream,

(a) *Vide Phys. General. tom. I. lect. 18.*

ream, aerem aut aquam transmittendas, longe facilius per aquam & densiora corpora, quam per aerem diffundi. Quoniam igitur ubi majori facilitate, & citius actio aliqua peragitur, minor illic est resistentia, radiusque & actio, hoc est, vibratio luminis facilius & citius per materiam aetheream in aqua, quam in aere existentem, per aquam, quam per aerem transfundi debet, immo & transfunditur; manifeste liquet, aquam, vitrum & densiora corpora (caeteris paribus) esse media actionis luminis transmissioni minus resistentia, quam aer. Eadem igitur refractionis lex, quam caetera omnia corpora in transitu ab uno ad alia media observant, in luce etiam locum habet. Quare lex refractionis, quae universalis sit, & tam lucem, quam corpora quaecumque alia comprehendat, in hunc modum proponi potest.

In quocumque transitu obliquo tam lucis, quam aliorum corporum, & actionum materialium ab uno ad aliud medium fit refractio ad perpendicularem; si transitus fiat a medio magis resistenti ad minus resistens; quod si transitus fit a minus resistenti ad magis resistens; refractio erit a perpendiculari.

812. Quoniam autem in caeteris refractionis legibus, cum aliis corporibus lux etiam convenit; nullum superest inter illa discrimen, si non ad mediorum densitatem, sed ad resistentiam tantummodo attendamus. Quare res tota ad hoc unum Physicum Problema devolvitur: *Utrum resistentia, qua media corporibus, & corporum actionibus resistunt, easve destruunt aut transmittunt, sit ipsorum mediorum densitati proportionalis?* In hoc vero Problemate duplex distinguendus est casus; vel per media transeunt corpora; ita ut haec vero motu illa permeent, eorumque partes loco pellant; vel per media ipsa non transeunt quidem corpora, sed corporum solummodo actio transmittitur. Prior casus omnia corpora motu delata, atque per medium ingredientia comprehendit: secundus ad lucem, sonum, & quascumque alias virium per corpora immota translationes spectat.

813. Hac distinctione posita, quae in natura locum habet, facile solvitur Problema. Si corpora vere transeant per media; horum resistentia est densitati pro-

proportionalis, ut fuse alibi probavimus (a): Si per media ipsa v. g. aerem, aquam, vitrum non corpora, sed corporum tantummodo actiones, & vires transeant, seu transmittantur; non erit resistentia densitati semper proportionalis, ut jam notavimus, atque in sono, aliisque exemplis visitur. Si igitur lux, seu lucis radii, actiones, vires non consistant in corpore aliquo vere translato, sed solum in vibrationum transmissione (quod verum esse, in loco probavimus); non inveniet in mediis resistentiam densitati proportionalem, ut corpora communiter inveniunt. Eadem igitur phænomena, quæ edunt corpora, dum ab aere in aquam oblique cadunt, vel impinguntur, a luce edentur; dum ab aqua in aerem oblique egreditur, & vicissim. Quæ enim media magis corporibus translatis resistunt, minus viribus transmissis opponuntur.

814. Quidquid in tota hac difficillimi alias phænomeni explicatione proposui, mechanicis legibus conformatur, & satis clare intelligitur: quare cum exposita alibi a nobis, atque asserta de lucis natura opinio hujus etiam phænomeni expositioni cohæreat; adductam causam tamdiu tenebimus, quamdiu melior aliqua sensibilis, & mechanica non appareat. Ulterius rem non prosequor; quia cum ad idem omnino principium, & legem omnes tam lucis, quam cæterorum corporum refractiones revocaverim; quæ alibi de motu corporum refracto docui, & demonstravi, ad hunc etiam locum spectant.

815. Oppones tamen: Si aqua v. g. aut vitrum minus lucis transmissioni resistit, quam aer; vitrum, aut aqua ejusdem crassitiei, seu profunditatis, atque atmosphæra aeris, minus lucem impediret, quam atmosphæra ipsa impediat: id autem experientiis quotidianis opponitur; passim enim videmus, post aquam paucos pedes profundam, aut post vitrum aliquot digitos crassum magis decrescere luminis claritatem & vivacitatem, quam post illius transitum per totam atmosphæram, aliquot saltem leucas altam. Respondeo: Minime a nobis asseritur majorem, aut æqualem etiam radiorum luminis numerum per aquam, vi-

(a) Phys. General. tom. 1. lect. 14.

vitrum, densioraque alia corpora, quam per aerem transmitti: quominus id fiat, plurima impedire possunt, v. g. impuritas ipsa aquæ & vitri, utriusque crassities, atque id genus alia. Id unum igitur dicimus, eorum radiorum, hoc est, vibrationum luminis, quæ ab aere, & vitro, aut aqua transmittuntur, facilius & citius fieri transitum per aquam & vitrum, quam per aerem. Nihil autem video, ex quo id impugnari possit.

816. Quod si opponas iterum cum *Muschembroek*, nullam esse causam, unde nova illa & major velocitas radiis luminis proveniat, dum per vitrum, quam dum per aquam transmittuntur: Respondeo: Causam satis esse ex jam dictis manifestam: argumentum vim solummodo haberet, si lucem esse corpus translatum diceremus; in nostra sententia satis notum est, tremorem aeris, sonum, & vibrationes, quæ per aerem citra dubium tarde propagantur, cum in corpus magis solidum, v. g. domum impingunt, citius per novum, & solidius medium, quam antea per aerem transmitti; una enim solidi corporis parte tremente, totum corpus tremit; quod in aere locum non habet.

817. Si major lucis per aquam, quam per aerem velocitas est & vera, & refractionis caussa; tum vero cum lucis refractio, hoc est, effectus majoris illius velocitatis fit sensibilis, sensu etiam percipietur caussa, seu discrimen velocitatum lucis per utrumque illud medium: lucisque proinde motus, seu transmissio non modo temporis momento non fieret, sed ejus per aerem tarditas, seu velocitatis differentia esset sensibilis: quæ omnia videntur falsa. Respondeo; pro totius difficultatis solutione tria notare sufficiet; refractio a primo radii in superficiem allapsu præcipue pendet: eum ictum facilius ab aqua, quam ab aere recipi videtur. Tantilla spatia, aut corpora citissime percurrenda satis non sunt ad motus differentiam dignoscendum. Tandem in ipsismet temporis momentis, sua etiam sunt majora, & majora discrimina, atque durationes proportionales quas sensus noster neque distinguit, neque percipit.

COROLLARIA.

818. *Primum :* Radius igitur quicumque H B perpendicularis in superficiem refringentem incidens, vel ab illa egrediens, unicam semper lineam rectam H B I (*Fig.* 1.) describit. Contrarium vero evenit in alio quocumque radio A B oblique in medium incidente, vel ab illo exeunte I. Frangitur enim secundus; rectus semper pergit primus.

819. *Secundum.* Quando radius A B ab aere in aquam, vitrum, crystallum &c. pertransit, major semper est angulus inclinationis A B H, quam refractus G B I. Est enim angulus refractus GBI minor angulo KBI, qui angulo inclinationis A B H ad verticem opposito est aequalis.

820. *Tertium.* Contrarium accidet, quando radius G B ex aqua in aerem oblique egreditur, ob oppositam rationem.

821. Utrumque Corollarium universaliter in hunc modum proponi potest: Quando radius luminis a medio magis resistenti in minus resistens oblique transit; major semper est angulus inclinationis, quam angulus refractus. Quod si loco *medii magis resistentis* ponamus *medium magis densum*, *aut magis rarum*, licet plerumque, non tamen semper verum esset Corollarium: aliqua enim sunt fluida aliis etiam fluidis rariora, in quibus magis ad perpendicularem refringuntur radii, quam in aliis densioribus.

PHÆNOMENON I.

822. *Ex traditis hactenus legibus innumera pendent, & consequuntur phænomena passim ab omnibus observata, immo & integra Dioptrica Physica, atque Geometrica. Pauca e multis delibemus. Hinc est primo, quod multoties vasorum fundum, & corpora in iis latentia, quæ dum vacua sunt vasa, non videbamus, aqua in vas infusa, videamus; licet neque vasa, neque nosmetipsi situm mutemus. Pone vas C V (Fig. 1.) evacuatum, corpus aliquod in S, observatorem in Y: Ex Y detegitur tantummodo punctum R, atque ab R ad K: punctum vero S, cujus radius S T non frangitur, videbitur ex Z, non tamen ex Y, latere T V visio-*

nem impediente. Affundatur aqua: radius ST, *qui prius sine ulla refractione rectus pergebat in* Z, *modo refractus in* T *pergit in* Y, *recedendo a perpendiculari* TX: *oculus igitur in* Y *a radio refracto* TY *perculsus, objectum* S, *a quo emittitur, intra aquam deteget.*

PHÆNOMENON II.

823. *Omnia objecta per radios refractos a nobis visa, in diverso loco apparent, atque reapse existunt, vel ex aere objecta intra aquam, vel etiam e converso videamus. Ponamus objectum quodcumque* S (Fig. 1.) *intra aquam, quod per radium* ST *refractum in* T *& productum in* Y *ex aere videamus: illud utique objectum per radium, & directionem* Y T (*per quam ultimo percellimur*) *intra aquam videmus: jam vero radius, seu linea recta* Y T *intra aquam producta non transit per* S, *verum objecti locum; aliter non esset refracta in* T: *transit igitur per alia puncta* R: *in iis igitur objectum* S *nobis apparebit. Eadem veritas eodem modo demonstrabitur, si e loco intra aquam objecta in aere posita per radios refractos videamus. Quidquid igitur ab uno medio intra aliud diversæ densitatis oblique videtur, in loco, ubi non est, semper apparet. Quin immo objecta ipsa per radios perpendiculares visa, licet in eadem recta perpendiculari, & non refracta videantur, magis tamen admota vel remota plerumque videntur, ut statim dicemus.*

824. *Ex hisce deducitur, pisces infra aquam, ad notabilem potissimum profunditatem natantes, a piscatore e ripa in diversa loca referri, atque illi existant: unde si sagittam, ut alicubi fit, aut glandem plumbeam in illos emittat; non raro accidet, ut loco piscis, illius imaginem feriat: nisi experientia ipsa edoctus duplicis refractionis fallaciam corrigat, alteram scilicet visionis, seu radiorum luminis, qua piscis imago, ubi piscis non est, apparet: alteram vero, quam ipsamet sagitta, aut glans plumbea, aquam oblique ingrediens patitur. Ex utraque hac causa non levis aliquando fallacia oriri potest: sit* V T *profunditas valde notabilis, piscis in* S, *piscator in* Y *per luminis refractionem refert piscem in* R; *collineando tamen ex* Y *in* R, *sagitta aquam ingrediens in* T, *deserit directionem* T R, *& magis recedit a perpendiculari*

TV

TV versus I: error igitur ex nova refractione augetur.

PHÆNOMENON III.

825. *Objecta intra aquam posita, atque ab aere visa, majora apparent. Quotidiano experimento id observamus, & ex eodem nascitur principio. Sit observator in* A (Fig. 67.), *lacus v. g. aut vas* KN, *objectum* BC *intra illud existens: dum vas est fluido vacuum, videtur objectum per radios non refractos* CA, BA *sub angulo* BAC; *infusa aqua, radii* BI, CH, *per quos antea non refractos videbatur objectum, modo refringuntur in* IH, *& uterque a perpendiculari recedendo, ad* A *non amplius perveniunt; sed prior per* IG, *secundus per* HF *dirigitur; per alios igitur radios* BL, CM *objectum ipsum videbitur, qui in* L, *&* M *refracti, atque a suis perpendicularibus magis recedendo versus oculum* A *diriguntur; oculus igitur* A *videt puncta* BC *per radios* AL, AM *continuatos: ii vero continuati non transeunt per* BC, *sed per* ED: *objectum igitur* BC *apparet magis amplatum in* ED, *quam reapse existat.*

826. *Ex eadem ratione fundus ipse vasis* RN *amplior apparet, cum vas est aqua, aut alio fluido plenum, quam dum est evacuatum.*

Ad eandem causam referendum est observatum saepe phaenomenon, quod scilicet iidemmet montes ab eodem loco, atque distantia visi, in diversis temporibus elatiores, & majores appareant: aer enim inter observatorem, atque montem interpositus, pro diei, & anni tempore, calore, frigore fit rarior, aut densior. Cum autem montes, & observator intra atmosphaeram existant, hoc est, in fluido refringente sint immersi, aer autem inferior superiori densior sit, ac proinde magis refringat: radii a montis summitate ad observatorem in humiliori loco positum delati, a rariori medio in densius cadunt, & transeunt: pro diverso igitur atmosphaerae statu, majori scilicet densitate, aut raritate, magis, aut minus refringuntur ad perpendicularem: quo autem magis refringitur radius, magis elevat montem, a quo emittitur. Pone radium YTS (Fig. 1.) *a montis vertice* Y *post refractionem ad observatorem devenire in* S: *si nulla esset refractio, radius pergeret in* R, *&*

elevatio montis esset angulus YRV; *radio refracto ad* S *erit montis elevatio angulus* ZSV, *priori major: si radius magis adhuc refringatur, ita ut cadat inter* S *&* V; *major adhuc erit elevatio, & angulus, ut ex se patet. Hinc montes altiores mane, & vespere, quam sub meridiem, hyberno tempore, quam aestivo apparere compertum est. Ex diversa etiam aeris ipsius densitate non pro temporum solummodo diversitate, sed pro varia aeris ipsius altitudine, & distantia a telluris centro; sequitur, radios luminis ab editissimorum montium verticibus ad humiliora loca reflexos, non semel tantum refringi, sed per plurimas refractiones minimas consequenter in aere factas paullatim incurvari; ita ut praedictorum radiorum semita, curva quaedam irregularis, non multum a linea recta degenerans, aestimanda sit. Quod de radiis a montium summitate reflectentibus & per diversas aeris crustas varia densitate transeuntibus dicimus, de astrorum lumine totam atmosphaeram pervadente intelligi potissimum debet.*

PHÆNOMENON IV.

827. *Objecta in aquam immersa attolluntur, seu viciniora nobis apparent; ipse vasorum fundus elevatur, altitudo minuitur, quando sunt fluido plena.*

Omnia haec passim etiam observamus, atque ex datis legibus, & explicatis modo phaenomenis derivantur. Vasorum fundus, & corpora aquis immersa apparent majora: quoties autem idem objectum non variatum apparet majus; aut est, aut existimatur vicinius.

828. *Ulterius tamen demonstratur. Objectum, seu punctum* B (Fig. 67.), *visum ex* A, *cum vas fuerit aqua plenum, apparet in directione* AE; *videtur tamen in distantia aequali distantiae* AB, *aut etiam minori: ex puncto igitur* A *per* B *ducatur arcus* BO; *punctum* E *cadit extra, & infra hujusmodi arcum: punctum igitur* B *non apparet reapse in* E, *in eadem scilicet horizontali* EBCD, *sed in puncto* O, *aut alio etiam supra eandem horizontalem magis elevato.*

829. *Postrema haec duo phaenomena locum etiam aliquando habent, & suo modo observantur in objectis, quae trans vitrum utrimque planum intuemur. Pone v. g. vas* KN *esse fluido vacuum, loco tamen superficiei aquae, vasi imponi vitrum utrimque planum, & su-*

superficiebus parallelis terminatum: si a vitro satis removearis; objectum BC *aliquantulum vicinius, & auctum animadvertes; id vero ex refractione in vitro facta provenit, quæ in hoc casu duplex est, alia alii opposita; radius enim incidens in vitrum frangitur ad perpendicularem; ab illa recedit cum ab illo egreditur: hinc alia aliam ex parte compensat; unde phænomenon non adeo sensibile efficitur.*

PHÆNOMENON V.

830. *Refractionis leges in causa etiam sunt, quare fracta nobis appareant corpora quæcumque partim immersa, partim supra aquam extantia. Sit* LG *baculus, aut corpus quodcumque aliud, cujus pars* BG (Fig. 1.) *intra aquam, pars autem* BL *extra illam existat: observator ex* A *v. g. punctum* G *videt in* K, *& omnia alia puncta* BG *in* BK *illi apparent: baculus ergo rectus* LBG *apparet fractus in puncto* B *in quo efficit angulum* LBK.

OBSERVATIO.

831. *Sequentes etiam observationes, quæ sunt aliud totius Dioptricæ caput,* Cartesio *imprimis debemus, easque post ipsum plurimi alii institutis experimentis confirmarunt.* Primo: *Radii luminosi e medio aliquo refringente egredientes, per easdem reciproce vias refringuntur, & tendunt, per quas dirigebantur, in idem medium illabentes. Est dicere: Si radius* YT (Fig. 1.) *ab aere in aquam incidens, beneficio refractionis habitæ in* T *tendit ad punctum* S *per lineam* TS; *radius etiam luminis e puncto* S *intra aquam per rectam* ST *emissus, beneficio refractionis habitæ in* T, *in egressu scilicet ab aqua in aerem; per rectam* TY *in punctum ipsum* Y, *unde primo fuerat emissus, dirigitur. Quare & eosdem angulos efficit, & easdem rectas describit.*

832. Secundum: *Radios luminis in idem medium refringens, v. g. ab aere in aquam incidentes, eadem constanti lege semper refringi, sub quocumque inclinationis angulo in medium ipsum illabantur. Hæc autem constans lex observatur non inter angulos, sed inter angulorum sinus. Radius v. g.* YT *in aquam incidens*

refringitur per TS, *estque* XTY, *seu* RTV, *ad verticem oppositus, inclinationis angulus; refractus vero angulus erit* STV. *Sinus anguli inclinationis erit* RV; *sinus autem anguli refracti est* SV; *hæc est constans lex, de qua loquimur, ut eadem semper servetur ratio inter sinum anguli inclinationis* RTV, *& sinum anguli refracti* STV; *inter rectas scilicet* RV, SV, *quæcumque sit radii incidentis inclinatio. Debet tamen medium eandem semper densitatem servare; aliter non idem erit medium.*

833. Tertium: *Radiis* YT *ab aere in aquam incidentibus, est sinus* RV *inclinationis, ad sinum* SV *anguli refracti, ut 4 ad 3: Si radius igitur ab aqua in aerem egrediatur; erit sinus inclinationis ad sinum anguli refracti, ut 3 ad 4; fit enim refractio per easdem vias.*

In transitu radiorum ab aere in vitrum sunt prædicti sinus, ut 3 ad 2, hoc est, RV *est ad* SV, *ut 3 ad 2; si vero radius a vitro in aerem egrediatur, erunt sinus, ut 2 ad 3.*

834. *Cum vero demonstretur in Trigonometria, sinus angulorum esse inter se sensibiliter, ut eorum anguli, si anguli ipsi sint valde acuti, hoc est, 20 gradus non superent; hinc si angulus inclinationis* XTY; *seu* RTV *plusquam 20 gradus non contineat; anguli inclinationis, & refractus erunt inter se, ut sinus, hoc est, ut 4 ad 3, si radius ab aere incidat in aquam; ut 3 ad 4, si ab aqua in aerem exeat; ut 3 ad 2, si radius illabatur in vitrum; ut 2 ad 3, si contrariam teneat viam.*

PROPOSITIO LI.

835. *Omnes radii, qui in vitrum, aut in aliud quodcumque corpus pellucidum utraque superficie planum inciderint paralleli, post primam, & secundam refractionem pergent semper inter se paralleli.*

Hæc propositio sequitur ex adductis modo observationibus. In aquam, aut vitrum CTVK (*Fig.* 1.) ex utraque parte planum incidant, & prætergrediantur radii AB, YT paralleli; ponamus utrumque esse in eodem reflexionis plano: ductis ergo perpendicularibus BH, TX a punctis ingressuum BT, sunt æquales inclinationis anguli ABH, YTX: ergo æquan-

quantur etiam anguli refracti G B I , S T V : ergo B G ; T S intra vitrum, aut aquam adhuc sunt paralleli. Eodem autem modo demonstrabitur post secundam refractionem in secunda vitri superficie etiam egredi parallelos ; cum paralleli in illam incidant, ac proinde sub æqualibus inclinationis angulis. Si radii in superficiem refringentem perpendiculariter inciderent ; propositio esset per se ipsam manifesta ; cum nullam paterentur refractionem.

COROLLARIUM.

836. Hinc radii, a quocumque objecto emittantur, si paralleli in vitrum ex utraque parte planum incidant, atque objecti sui imaginem post vitrum exhibeant ; eam depingent objecto suo æqualem. Cum enim in vitro similes, æquales, immo easdem patiantur refractiones, & post vitrum paralleli esse pergant ; neque in vitro, neque post vitrum ad se mutuo convergunt, aut a se divergunt, sed eandem servant inter se distantiam, quam primo habebant : si ergo sui objecti imaginem depingant, illam æque amplam, atque objectum depingent.

837. Ex propositione etiam sequitur, omnia vitra plana esse ad congregandos lucis radios, & ignem accendendum prorsus inutilia : ac proinde hujusmodi plana vitra nullum habere focum.

Inde tandem est, quod per conspicilla plana objectum neque clarius, neque majus videatur, quam citra vitrum videretur. Hæc autem & ex dictis superius in Optica, & ex dicendis Lectione sequenti magis evidentia fient : neque supradictis numero 832 opponuntur : cum tantilla illa objecti auctio merito contemnatur : si ad illam referatur, quam per vitra curva obtinemus, atque deinceps explicabimus.

LECTIO XVI.

De Refractione Luminis per vitra curva ; Mycroscopiis, & Telescopiis.

PROPOSITIO LII.

838. *Radii luminis in curvam vitri superficiem inci-*

 de-

dentes, perinde in iis refringuntur, atque si in plana inciderent, quæ dictam superficiem in punctis ingressuum tangerent.

Hæc propositio ex superius dictis, cum radiorum reflexionem ex curvis superficiebus exposuimus, sponte descendit. Radius C D (*Fig.* 2.), in superficiem curvam B D incidens, per unicum physicum punctum D transit; punctum autem D commune est & superficiei curvæ, & plano, quod dictam superficiem in eo puncto tangit: perinde igitur in eo curvæ puncto refringetur radius, atque si in planum tangens incideret. Præterea lineæ perpendiculares in circulis, & sphæris a relatione, quam habent ad plana tangentia, agnoscuntur (a): vel igitur sphærica media, & superficies ingrediantur, aut egrediantur, ad perpendicularem vel a perpendiculari refringantur; hujusmodi refractiones perinde in curvis fiunt, & considerari debent, atque si in planis curvas superficies tangentibus fierent. Hinc vero, atque ex ipsa sphæræ genesi, & natura proprietates, & phænomena longe diversa ex radiorum refractionibus in sphæra, quam ex refractione in planis consequuntur, quorum partem modo attingemus.

COROLLARIUM I.

839. Omnes radii C D ita in superficiem sphæricam incidentes, ut illorum directio ulterius producta per centrum transeat, neque in ingressu, neque in egressu refringuntur. Hujusmodi enim radii sunt ad planum tangens, hoc est, ad sphæram perpendiculares. Unde si plures radii C D, A B sibi paralleli in sphæram inciderint; ille radius C D E F, qui productus transit per centrum, relatus ad omnes alios sibi parallelos vocari potest *Axis*.

COROLLARIUM II.

840. Omnes radii A B ita incidentes in sphæram, ut recta ulterius producti per centrum E non transirent, sunt ad sphæram obliqui, & tam in ingressu,

(a) *Elem. Geom. num.* 80.

ſu, quam in egreſſu juxta communes leges refringuntur.

841. Incidat radius A B (*Fig.* 2.) in punctum B per directionem A B I per centrum non tranſeuntem: recta K B E per dictum punctum B ad centrum E ducta, eſt perpendicularis ad ſphæram (*a*): ergo alia quæcumque recta A B I, per idem punctum B tranſiens, eſt obliqua: neque enim per idem plani, & conſequenter ſphæræ, punctum plus quam una recta duci poteſt ad planum perpendicularis (*b*). Similiter iidem radii H B K, vel B C I (*Fig.* 3.) in egreſſu a ſphæra ſunt ad eandem ſphæram obliqui: Radius enim ad ſphæram perpendicularis, & tranſiens per punctum C eſt F C K: alii igitur omnes per idem punctum tranſeuntes ſunt obliqui. Quoniam igitur hujuſmodi radii tam in ingreſſu in ſphæram, quam in egreſſu ſunt obliqui; neceſſario in utraque parte refringuntur. Obliquitatem radii H B facile dignoſces, ſi per punctum B ductum conſideres planum, quod ſphæram in illo tangat.

COROLLARIUM III.

842. Radii paralleli H B, E A (*Fig.* 3.) in vitrum ſphæricum incidentes, neque intra vitrum, neque poſt illud ſervant parallelismum, ſed a primo ingreſſu in B A illum amittunt. Horum enim radiorum unus, nempe axis E A ad ſphæram perpendicularis, non refringitur: alii vero omnes tam in ingreſſu, quam in egreſſu inflectuntur: parallelismum igitur amittunt. Corollarium tam radios in convexam, quam in concavam ſuperficiem incidentes comprehendit: de quibus tamen ſingillatim agemus.

843. Et primo quidem omnes radii A B in convexam vitreæ ſphæræ ſuperficiem incidentes, ſtatim a primo ingreſſu B (*Fig.* 2.) flectuntur verſus centrum E, & axem C E F; deinde in egreſſu C ex ſphæra magis adhuc verſus axem flectuntur.

844. Sphæra enim B F eſt medium aere denſius: franguntur igitur radii A B ad perpendicularem in-

tra

(a) *Elem. Geom. num.* 194. 195.
(b) *Elem. Geom. num.* 146. 147.

tra sphæram; perpendicularis autem est radius BE a puncto ingressus B ad centrum ductus: radius igitur AB, relicta priori semita BI, aliam tenet BF, ad centrum & axem per centrum transeuntem accedendo. Rursus radius BC (*Fig.* 3.) in egressu C a sphæra in aerem, medium rarius, incidit: a perpendiculari igitur frangitur; est autem perpendicularis FCK a centro per punctum C ducta: radius igitur BC, qui, sublata hac secunda refractione, recta pergeret per BCI, sequitur directionem CG magis recedendo a perpendiculari, & ad axem DI magis etiam convergendo.

COROLLARIUM IV.

845. Radii HB (*Fig.* 3. 2.) axi EI paralleli, in sphæram vitream incidentes, per eamque transeuntes, cum axe tandem concurrunt in puncto aliquo G post centrum F existente.

Exposita modo refractionis ratio, quam radii HB in sphæram oblique incidentes, in utraque illius superficie patiuntur, evidenter demonstrat, prædictos radios utriusque refractionis beneficio versus axem semper inflexos cum illo tandem concurrere. Quod autem cum axe post centrum tantummodo concurrant; inde demonstratur, quod recta BE a puncto ingressus B ad centrum ducta, sit ipsamet perpendicularis, versus quam franguntur radii (*n.* 822.); radius autem refractus BC ad perpendicularem deflectit, sed neque cum illa congruere, neque illam iterum secare potest ultra punctum B, nisi nova accedat refractio; aliter duæ rectæ BE, BF spatium comprehenderent, quod est impossibile.

846. Ex eadem refractionis expositione sequitur, punctum G concursus radiorum post utramque refractionem tam in ingressu, quam in egressu factam ipsi sphæræ vicinius existere, quam punctum concursus I, in quo radii primæ tantummodo refractionis beneficio concurrerent. Focus igitur radiorum, qui semel tantum franguntur, est a sphæra remotior, quam focus eorum, qui duplicem paterentur refractionem.

PRO-

PROPOSITIO LIII.

847. *Radii* A B (Fig. 2.) *ab aere in sphæram vitream incidentes, atque transmissi, si attendatur solummodo prima illorum refractio in* B, *focum habent in* F *ad distantiam unius diametri cum dimidio ipsius sphæræ a puncto refractionis* B.

Demonstr. Supponimus duo puncta DB, esse parum a se mutuo remota, ut scilicet duæ rectæ D F, B F sint sensibiliter æquales: Sinus anguli refracti F B E est ad sinum anguli inclinationis A B K, ut 2 ad 3, & consequenter sinus ejusdem anguli F B E est ad sinum anguli refractionis F B I, ut 2 ad 1: quoniam autem ob parallelismum rectarum D F, B I sunt æquales anguli F, & F BI (*a*), est sinus anguli refracti F B E ad sinum anguli F, ut 2 ad 1; in quocumque autem triangulo rectilineo latera sunt inter se, ut sinus angulorum oppositorum, ut in Trigonometria demonstramus: in triangulo igitur B E F est E F ad B E, ut 2 ad 1: quoniam igitur B E est radius; erit E F diameter; addito igitur D E, erit D F hoc est B F diameter cum dimidio.

COROLLARIUM.

848. Punctum igitur I (*Fig.* 3.), in quo radii ab aere in sphæram vitream incidentes, ratione solius refractionis in ingressu habitæ concurrerent, ab ipsa sphæra distat longitudine radii. Et hinc quo minor fuerit sphæra, ad minorem etiam distantiam suum habebit focum; cum minoris sphæræ minor sit & semidiameter, & quarta diametri pars, ad quam, ut modo demonstrabimus, post duplicem refractionem radii congregantur.

849. Si in puncto concursus radiorum X (*Fig.* 10.) ponatur luminosum; radii XF, XT in sphæram incidentes post duplicem refractionem in ingressu, atque in egressu habitam pergent paralleli per U S, O R. Fit enim refractio per easdem vias reciproce; si ergo radii paralleli R O, S U dupliciter refracti tendunt

(*a*) *Elem. Geom. num.* 85.

dunt tandem per T X, F X, & congregantur in X; iidem radii X F, X T, bis etiam refracti, emittentur paralleli per O R, U S.

PROPOSITIO LIV.

850. *Radii* H B (Fig. 3.) *ad axem* E A *paralleli post duplicem refractionem concurrunt cum axe in puncto* G, *quod a sphæra per quartam diametri partem sensibiliter distat*.

Loquimur tantummodo de radiis, qui ab axe non multum distent, ita ut & B I, A I, & C I, D I sint inter se sensibiliter æquales.

851. Demonstr. Radius H B prioris refractionis beneficio cum axe concurreret in I; posita tamen secunda, magis convergit ad axem per C G, citiusque cum eodem concurret; est autem B C F, hoc est, K C I angulus inclinationis; I C G refractio: angulus I C G est dimidium anguli I C K: est etiam angulus I ejusdem anguli I C K dimidium: quoniam enim latera I C, C F sunt ad sensum æqualia; eodem etiam modo anguli F, I sunt æquales (*a*): angulus autem externus ICK duobus internis oppositis F, I æquatur (*b*): angulus igitur I est dimidium anguli ICK: sunt ergo æquales anguli I, & G C I: ergo & latera G I, G C (*c*): sed G C ponitur æqualis D G: ergo D G, G I sunt æquales: cum igitur D I sit semidiameter, erit D G quarta pars diametri.

DEFINITIO.

852. *Lentes* vocantur segmenta vitrea HBDI (*Fig. 6.*) ex utraque parte convexa, quæ sunt veluti duo æqualium sphærarum segmenta. *Lentes* etiam, sed impropriè appellantur vitra E F O H ex utraque parte concava, quæ sunt æqualium sphærarum segmenta concava. In utroque autem casu *Axem lentis* dicimus illam rectam C A, quæ majorem lentis crassitiem K L secat, atque per centra CA (*Fig. 5.*) prædi-

(a) *Elem. Geom. num.* 102.
(b) *Elem. Geom. n.* 98.
(c) *Elem. Geom. num.* 102.

dictorum segmentorum transit. Demus enim, circuli, seu sphæræ, cujus portio est H K I, centrum esse in A; similiter alterius segmenti B D centrum esse C: recta C A erit ad utrumque segmentum perpendicularis, & consequenter axis. In lente similiter E F O H axis est recta C D, per utriusque centrum ducta, Prima lens vocatur *convexo-convexa*; secunda *concavo-concava*.

853. Ejusdem lentis convexitates H I, B D æquales ut plurimum construuntur; fieri tamen possunt inæquales, ita ut una sit majoris sphæræ segmentum, alia autem minoris; id etiam de lentibus concavo-concavis intelligendum est. Præter alia aliarum figurarum vitra, quæ Mathematicis Dioptricæ scriptoribus relinquimus, ad usum frequenter adhibentur vitra D B A, DBF (*Fig.* 4. 7.) ex una quidem parte plana; ex alia autem convexa, aut concava, & *plano concava*, aut *plano convexa* nuncupantur. Rursus postrema hæc vitra vel ex parte plana vel ex parte curva radios axi parallelos recipiunt. Diversa autem est pro duplici illo casu refractionis, & concurrendi ratio.

PROPOSITIO LV.

854. *Si radii* F A *ad axem* E G (*Fig.* 4.) *paralleli in superficiem planam* D A *incidant; unicam patiuntur refractionem, in egressu scilicet a parte convexa* DBA, *post quam cum axe concurrunt*.

Demonstratur. Radius FA axi parallelus supra superficiem planam D A incidit rectus; cum axis etiam E G necessario sit ad chordam seu planum D A perpendicularis (*a*): nullam igitur in A refractionem patitur: tendit ergo intra vitrum per A B axi I C adhuc parallelus: in B egreditur ad aerem, a medio densiori in rarius; recedet igitur a perpendiculari: hæc autem est I B L a centro sphæræ I per punctum egressus B ducta: quoniam ergo radius A B tenderet per B K, axi adhuc parallelus, si nulla in B esset refractio; habita refractione, versus axem converget, cum eoque tandem in puncto aliquo G concurret.

855.

(a) Elem. Geom. num. 74. 75. 145. 146.

855. Hinc hujusmodi etiam vitra, superficie eorum plana in solem directe conversa, radios solares E G, F A sibi mutuo parallelos; & in planam superficiem incidentes, post se in foco congregant, in eoque ignem accendunt.

Si vero luminosum in puncto G constitueretur, & radii ab illo puncto in curvam superficiem caderent, contrariam in ea refractionem paterentur, atque a parte plana emitterentur paralleli; ut superius jam in re simili demonstravimus.

Distantia G C puncti G, in quo radii perpendiculares in superficiem planam incidentes uniuntur, est diameter illius sphæræ, cujus portio est vitrum D C A.

PROPOSITIO LVI.

856. *Si vitrum plano convexum* DCA (Fig. 4.) *radios* K B *axi* G C *parallelos a superficie convexa excipiat; ejusmodi radii duplicem patiuntur refractionem, in ingressu nimirum atque in egressu earumque beneficio cum axe post vitrum concurrunt.*

Demonstratur. Radium K B axi G C parallelum in curvam superficiem D C A oblique incidere, superius demonstravimus: vitrum igitur ingressus frangitur ad perpendicularem B I; atque proinde relicta priori semita B A parallela, aliam B O arripit: in superficiem igitur planam D A non amplius incidit perpendicularis per B A, sed oblique per B O: egrediens ergo in aerem, priorem semitam BOE deserit, atque aliam O X arripit, qua & a perpendiculari magis divergit, & ad axem magis accedit, citiusque cum ipso concurrit.

857. Ex demonstratis sequitur, radios solares in convexam eorum vitrorum superficiem incidentes, cum axe ipso in foco concurrere, ignem accendere: & vicissim radios e foco X emissos, & in vitrum a parte plana incidentes, post duplicem refractionem pergere inter se parallelos.

858. Rursus facile etiam ex demonstratis deducitur, focum X esse minus a vitro remotum, quam oppositum ejusdem vitri focum G, seu ad minorem distantiam uniri radios a parte curva receptos, quam si a parte plana in vitrum cadant. Duplex enim re-

fra-

fractio in primo casu, unica in secundo intervenit, radios ad concursum flectens.

859. Radii KB ad axem GC paralleli, & ex parte curva in vitrum incidentes, si unicam in ingressu paterentur refractionem in puncto E, cum axe concurrerent ad distantiam unius diametri cum dimidio a puncto C, ut demonstravimus. Posita vero duplici refractione in B, & in O, concurrunt in puncto X, quod a C diametro sensibiliter distat.

SCHOLION.

860. *Vitra, quæ communius in quamplurimos usus adhibentur, neque sunt sphæræ, neque segmenta plano-convexa, aut plano-concava; sed lentes, quarum singulæ habeant æquales convexitates, aut concavitates v. g.* HIDB, EFOH (Fig. 3. 4.). *Ex hujusmodi lentibus, præcipue autem convexis, omnia telescopia, mycroscopia, conspicilla efformantur, ut partim jam in Optica physica, partim vero inferius exponimus. Lentes æqualium convexitatum* HIDB *radios* FG (Fig. 6. 5.), *supra alteram illarum convexitatem incidentes sibi & axi parallelos, post duplicem refractionem in quodam puncto* E *uniunt, quod a prima superficie convexa* HKI *semidiametrum fere distat: ac proinde punctum* E *vel est concavitatis* HI *centrum, vel parum a centro distat. Hujusce rei veritas, quæ in Dioptrica demonstratur, ex physicis observationibus atque experimentis luculenter conficitur.*

861. *Ratio, qua paralleli radii* FG *lentem ingredientes, atque egredientes refringantur, atque utriusque refractionis beneficio magis semper ad se ipsos, & ad axem vergant, est eademmet superius jam exposita, atque sphæris, & lentibus communis. Inter lentes tamen concavas, & convexas illud est notabile discrimen, quod per postremas radii congregentur, ut satis hactenus & demonstrationibus & observationibus confecimus; priores vero radios in illas illapsos inter se parallelos refringendo separent, atque divergentes transmittant, ut in Optica physica jam exposuimus. Ex modo demonstratis, aut indicatis sequentia sponte fluunt.*

CO-

COROLLARIUM I.

862. Omnia vitra convexo-convexa HFDB, seu lentes focum habent E, in quo radios solares in illas illapsos, transmissos, & refractos uniunt, atque ignem accendunt. Quotidiana omnium experientia rem demonstrat. Vicissim etiam si luminosum ponatur in foco E radii ab illo in lentem illapsi transmittuntur post lentem BI paralleli FG. Fit enim refractio reciproce per easdem vias.

COROLLARIUM II.

863. Si luminosum aliquod ponatur in C in distantia unius diametri CK ab ipsa lente; radii CH, CI post duplicem refractionem ad æqualem distantiam LA ex alia parte concurrent in A.

Radii enim CH, CI post primam refractionem pergunt intra lentem ipsam paralleli per HB, ID (*n.* 851.): cadunt igitur paralleli in superficiem aliam convexam BLD: ergo post habitam illic refractionem ad distantiam unius diametri LA iterum concurrent.

864. Recedente vero objecto C, etiam punctum concursus A magis semper ad lentem accedet; quoad tandem cum foco confundatur; quando ob infinitam objecti C (*Fig.* 6.) distantiam, jam radii fuerint paralleli. Si vero e contrario luminosum a puncto C versus lentem paullatim magis, & magis semper admoveatur; punctum concursus A magis semper recedet, quoad in focum tandem accedente luminoso, radii emittentur paralleli; seu punctum A infinite distabit.

PROPOSITIO LVII.

865. *Objecta, quæ per vitreas sphæras, aut lentes convexo-convexas intuemur, majora apparent, quam reapse existant.*

Sit objectum quodcumque RS (*Fig.* 10.), seu spatium RS occupans, in quod ex puncto X per sphæram vitream OVFT intueamur. Radii RO, SV, per quos videbitur objectum, post duplicem refractionem

nem concurrunt in X; oculus autem X videt objectum per X F, X T in directum productos, ut non semel jam in superioribus demonstravimus: prædicti vero radii, cum in X concurrant, sunt versus M N divergentes: oculus igitur X videt punctum R per radium XTM in M, punctum vero S videt in N per directionem, & lineam rectam X F N. Objectum igitur exiguæ amplitudinis R S apparet sub amplitudine M N, multo majori, quam vera R S.

De Lentibus convexo-convexis eadem est ratio; cum radios similiter congregent. Generatim enim per illa vitra objectum apparet majus, quæ radios R S in puncto aliquo adunant.

866. Et hinc quo minor fuerit sphæra, aut quo lentes minoris sphæræ segmentum extiterint; eo majora apparebunt objecta per hujusmodi lentes visa. Cum vero minores sphæræ, & lentes, minorum sphærarum segmenta, radios ad minores a se ipsis distantias congregent; pari ratione constat, eo magis augeri objectum, quo ad minorem a sphæra distantiam eorum radii per sphæras, aut lentes uniantur (*Fig. 6.*).

Eadem omnium est ratio; radii, qui citius uniuntur, v. g. BE, DE, majorem efficiunt angulum, quam B A, DA, ad majorem distantiam uniti (*a*): idem igitur objectum ex diversis distantiis E, & A visum, sub majori angulo videtur ex minori, quam ex majori distantia: majus igitur apparebit ex E, quam ex A.

PROPOSITIO LVIII.

867. *Objecta, quæ per lentes concavo-concavas, aut etiam per vitra plano concava videntur, minora apparent, quam reapse existant.*

Radii M & N (*Fig. 8.*) ab extremitatibus objecti M N in lentem concavo-concavam incidentes, post duplicem refractionem transmittuntur divergentes per S V; ex S igitur, & V recta versus objectum continuati convergunt, & magis ad se invicem accedunt in X Z quam accederent in M N: quoniam igitur ex S V videtur objectum per radios S & V in eadem dire-

(a) *Elem. Geom. n.* 98.: *anguli enim* BEL, *&* DEL *sunt externi relati ad angulos* BAL, DAL.

rectione continuatos; objectum videbitur in minori spatio XZ, quam physice, & vere occupet in MN.

868. Idem pari ratione demonstratur de vitris plano-concavis DFB; ut consideranti facile patet (*Fig*.7.)

Quo igitur lentes fuerint magis concavae, seu superficierum sphaerarum minorum segmenta; eo minora apparebunt objecta per ipsas visa: res contraria ratione demonstratur; atque oppositum de lentibus convexo convexis confecimus: sicut enim per hasce postremas radii magis convergunt, ita per primas magis divergunt; ut vero radii magis convergentes objectum magis ampliant, ita magis divergentes in spatium angustius redigunt.

COROLLARIUM.

869. Radii igitur paralleli incidentes, & transmissi per superficies convexas, convergunt atque objectum augent; per superficies planas neque convergunt, neque divergunt, sed parallelismum servant, & objectum neque augent, neque minuunt; per superficies concavas divergunt, atque objectum minuunt. Est scilicet plana superficies inter concavam & convexam media: Si sphaerica superficies ABCD (*Fig*. 4. 7.) in infinitum cresceret, hoc est, convexitatem in infinitum minui supponamus; illam ad planum DA, vel DF paullatim accedere, & in illum tandem degenerare utcumque concipimus. Plana iterum superficies DF ulterius flexa abit in concavam: Sed haec ad Geometriam remittamus.

§.

DE TELESCOPIIS, ET MYCROSCOPIIS.

DEFINITIO.

870. *Telescopii* nomine intelligimus tubum rectum, in quo duae, vel plures lentes eo ordine collocantur, ut visa per illas objecta longinqua, & distincta conspiciantur, & majora appareant. Essentiales Telescopii partes sunt lentes, earumque dispositio: tubus vero commoditatis, & facilioris usus gratia adhibetur, ut mox patebit. Telescopia praeter illa nomina,

na, quæ ab eorum inventoribus sortita sunt, & statim recensebimus, alia sunt & vocantur *Astronomica*, alia vero *Terrestria*. Telescopia *Astronomica* vocantur illa, quæ ex duplici lente convexo-convexa C, G (*Fig.* 11. 12.) formantur. *Terrestria* vero appellamus ea, quæ quatuor lentes etiam convexo-convexæ componunt; ut D, O, I, L. Lens illa G, aut L, prope quam applicatur oculus, dicitur *ocularis*; oppositæ vero C, aut D, objectum I D; R A respicientes, *objectivæ* nuncupantur.

Mycroscopium est aliud instrumentum una, aut pluribus lentibus convexo-convexis, aut sphærula etiam vitrea constans; cujus beneficio minutissima objecta mirum in modum augentur.

ADNOTATIO HISTORICA.

871. *Telescopia*, & *Mycroscopia inter recentiora inventa numerantur. Prima eorum rudissima veluti semina, aut confusissimam ideam, nihil forsitan tale cogitans, proposuit* Rogerius Baccon *sub finem decimi tertii sæculi* (a). *Verum cum obscurissima sint, quæ citato in loco brevissime dixit* Baccon; *cum nihil ille de lentibus vitreis tradat; cum ab ejus ætate ad initium sæculi* 17. *ignota penitus fuerint omnia hujusmodi instrumenta; primam etiam illorum ideam, & inventionem prædicto auctori fere nullus attribuit.*

Illud apud omnes constat, Telescopia sub finem tantummodo sæculi 16., *aut decimi septimi initium innotescere incepisse, & paullatim, quam modo habent, perfectionem fuisse adepta. Ad prædictum igitur tempus hujusce inventionis Epocha ab omnibus refertur.*

872. *Circa primum rei auctorem multiplex est eruditorum opinio. Quamplurimi sunt, qui eam gloriam* Joanni Baptistæ Portæ *vindicent; in* Magia *enim naturali, quam anno* 1589. *in lucem edidit, satis clare telescopii theoriam indicat* (b). Borellus, *data opera hoc argumentum aggressus, acriter propugnat, Telescopia primum deberi cuidam* Zachariæ Hanson, *seu* Johnson, *Migdelburgensi, opticorum artifici, quem in dua-*

(a) Roger. Baccon *Perspectiva*. *pag.* 167.
(b) *J. B. Portæ Magia nat. cap.* 10.

duarum lentium combinationem, qua objecta augerentur, casu incidisse affirmat (a). Juxta alios quam plures Joanni Lippersheim in eadem civitate Opticæ etiam instrumentorum artifici ea debetur gloria. Non unus etiam est, qui Simoni Mario, Galilæo, Jacobo Metio eum honorem referat. Franciscus demum Fontana se ipsum, tamquam primum telescopii inventorem effert (b). Quicumque sit primus rei inventor, indubium fere mihi est, id nos potius casui, quam meditato alicujus hominis consilio debere. Apud omnes etiam constat, Marium, & Galilæum primos omnium fuisse, qui prægrandia telescopia construxerint.

873. Speciali donantur nomine telescopium Hollandicum, seu Galilæanum, Nevtonianum, & Gregorianum. Primum est refractionis, & duplici lente constat, quarum objectiva est convexo-convexa; ocularis autem concavo concava. Duo postrema reflexionis, & ab eorum auctoribus Isaaco Nevtono, atque David Gregorio nomina sortiuntur. Opticam scribentibus prætermittendi non sunt Dollond, & Berniere; qui ob inventas a se se novas construendorum telescopiorum, aut lentium, & speculorum rationes sunt imprimis commendandi. Quid novi excogitaverit, atque peregerit Berniere, superius ad Catoptricæ Elementorum calcem retulimus; ad quam æque, atque ad Dioptricam spectant nova illa utriusque additamenta. Dollondi inventum inferius post expositam telescopiorum rationem referemus.

Mycroscopia communiter tribuuntur Cornelio Drebbel, licet Fontana inventionis gloriam sibi etiam arroget, qui anno 1621. casu ut fieri solet, in eam rem incidit. Postquam vero innotuit mycroscopii construendi ratio, plurimi in id studii incumbentes, diversas eorum species excogitarunt.

PROPOSITIO LIX. PROBLEMA.

874. *Telescopium Astronomicum construere, atque illius proprietates, & usus explicare.*

Resolutio. Assumatur primo lens objectiva C utrimque

(a) *Borellus de vero telescopii invent. cap. 12.*
(b) *Observat. cælestium, terrestrium &c.*

que convexa, quæ sit sphæræ multo majoris segmentum, quam sit lens ocularis G (*Fig.* 11.). Quæratur distantia dictæ lentis a suo foco B, aut A: id autem obtinebitur, si lente contra Solem directe conversa, punctum observemus, in quo radii per lentem transmissi congregantur. Inventa hæc distantia CB, seu CA sit v. g. 12 pedum: simili ratione quæratur focus H, aut A lentis G ocularis, atque ab eodem foco distantia G A: eam statuamus 2 digitorum. Summa distantiarum G A, A C utriusque lentis a suo foco, hoc est, distantia CG, 12 pedibus, & 2 digitis æqualis, est illa, quam inter se in tubo habere debent lentes, ut idemmet punctum A inter utramque lentem existens, sit communis utriusque focus. Paretur igitur ex foliis chartaceis, ex subtili lamina ferrea, aut ex quacumque alia materia tubus, qui inventam longitudinem CG, & præterea G H, rectæ G A, hoc est, 2 digitis æqualem contineat; atque in altera illius extremitate in objectum convertenda applicetur lens objectiva C; prope aliam H oculo applicandam disponatur ocularis G, tantum a puncto extremo H remota, quanta erit ejusdem lentis a suo foco distantia.

875. Utraque lens sit ad eumdem axem B H, iis & tubo communem, perpendicularis; ac proinde H B, tubi axis, per centra lentium G C transeat, sitque ad utramque rectus. Oculus applicabitur in H lentis ocularis foco. Interior tubi superficies nigro colore offuscatur, ne spurios radios in illam illapsos ad oculum regerat, & confusionem pariat. Lentes, quam fieri possit, transparentes, nullisque maculis infectæ quærantur, aut construantur. Si enim maculis, hæterogeneæ materiæ particulis, bullulis aeris sint infectæ; quam plurimos radios intercipiunt; & claræ objectorum visioni officiunt. Tubi tandem, seu potius lentis objectivæ amplitudo sit exigua, hoc est, unius aut alterius digiti; aliter radii prope circumferentiam transeuntes colorantur, atque claram objecti visionem impediunt.

876. Hoc modo constructum habes Telescopium Astronomicum, cujus proprietates sunt potissimum tres. *Prima*: Objecta remotissima v. g. Lunam, Solem, & reliquos Planetas, ad quos inermes oculi sunt myopes, distincte repræsentat.

877. *Secunda:* Objecta omnia, quæ per hujusmodi telescopia videntur, apparent inversa. *Tertia:* Augentur objecta in ratione distantiæ BC lentis objectivæ a suo foco ad distantiam AG alterius lentis a suo pariter foco: hoc est, magnitudo apparens objecti ID telescopio visi est ad magnitudinem apparentem ejusdem inermi oculo conspecti, ut BC, seu CA ad AG, quæ in casu nostro sunt, ut 144 ad 2.

878. Primum facile demonstratur in hunc modum. Radii a Sole, vel Luna, hoc est, ab objecto remotissimo in lentem objectivam incidentes, sunt sensibiliter paralleli: ergo transmissi per lentem in ejus foco A (*Fig.* 69.) congregantur: punctum autem A est etiam per constructionem focus ocularis lentis FM: radii igitur intersecti in A, & postea in lentem FM incidentes ab illa transmittuntur paralleli per FH, MH: ergo incidunt paralleli in oculum H: sunt igitur efficaces, & congregati in retina distinctam illic objecti imaginem depingunt.

879. Demonstratur secundum: Sit B (*Fig.* 11.) focus lentis objectivæ C. Si oculus esset in B; videret punctum inferius D objecti per radium DB: hic igitur transiens per B, focum lentis, ibi intersecat axem IBCH, & in lentem ex opposita superiori parte E incidit: post refractionem transmittitur parallelus ad axem per EF: eoque modo in ocularem lentem G incidit: in hac postrema refractus iterum convergit ad axem, cum eoque concurrit in puncto H, in quo simul oculum ingressus, puncti D imaginem depingit: oculus igitur videt punctum inferius D per directionem HF tendentem ad partem superiorem objecti, per quam directionem percellitur: objectum igitur apparet inversum.

880. Demonstratur tertium. Radii EF, OM inter lentes intercepti, per quos ex H videtur objectum, sunt paralleli: Jam vero oculus inermis ex foco B lentis objectivæ C videns objectum remotissimum ID, illud videt sub angulo IBD, hoc est, EBO (*Fig.* 69.) opposito ad verticem: ex H vero videt per lentes idem objectum ID sub angulo FHM: idem autem est videre objectum ID ex B, atque ex H; cum distantia BD objecti sit fere infinita, distantia BH sit fere nihil: magnitudo igitur apparens inermi oculo est angulus EBO, magnitudo apparens per

per telescopium est angulus F H M: quoniam igitur magnitudines, seu amplitudines E O, F M sunt æquales, erit angulus F H M seu magnitudo apparens per telescopium, ad angulum E B O, seu ad magnitudinem inermi oculo apparentem, in ratione inversa distantiarum B C, G H.

PROPOSITIO LX. PROBLEMA.

881. *Telescopium Terrestre construere, atque illius proprietates exponere, & demonstrare.*

Resolutio. Problema eodem fere modo, ac superius, resolvitur, nisi quod quatuor hic adhibentur lentes, & tubus exiguæ longitudinis paratur. Assumatur, aut construi curetur exigua lens D (*Fig.* 12.) convexo-convexa, quæ sit sphæræ majoris segmentum, ita ut radios parallelos ad distantiam unius aut alterius circiter pedis congreget. Hæc erit lens Telescopii *objectiva*. Eligantur aliæ tres minores O I L similiter convexo-convexæ, similes; & ut plurimum æquales, quarum a suis focis distantia sit unius digiti v. g., aut etiam minor. Prima lens O ita collocetur, ut cum objectiva C communem habeat focum, ac proinde intercepta inter illas distantia O D sit duabus earum a suo cujusque foco distantiis simul æqualis, ut superius diximus; aliæ lentes I L eadem ratione disponantur, ut figura demonstrat; focus scilicet G unius O E, subsequentis etiam I H focus existat. Oculus applicabitur in puncto, quod sit postremæ lentis L focus.

882. Longitudo igitur tubi continet unicam distantiam objectivæ a suo foco, singularum autem aliarum lentium duplicem, ut satis in figura ipsa exhibetur. Fit plerumque ex duobus, tribus, quatuor, aut quinque brevioribus tubis, quorum alii sint aliis ordine capaciores, ut alii intra alios ordine, & seriatim intromittantur, totaque tubi longitudo ad brevem semipedis extensionem commoditatis gratia reduci possit.

883. Tria etiam per hoc Telescopium obtinemus: *Primum*: Objecta terrestria, hoc est, parum remota, ad aliquot scilicet milliaria, aut unam, vel alteram leucam ab observatore posita, distincte perci-

pimus, longe sane distinctius, quam nudis oculis fieri possit.

884. *Secundum:* Objecta quæcumque hujusmodi telescopiis visa, apparent directa. *Tertium:* Augentur magnitudines apparentes objectorum in ratione distantiæ D B objectivæ lentis a suo foco ad distantiam M L lentis ocularis a suo pariter foco. Cum autem idem sit, eademmet objecta apparere majora, atque eorum a nobis distantiam apparere minorem, ut ex opticis constat; hinc tam Astronomica, quam terrestria telescopia objecta ad observatorem trahere dicuntur; illudque magis trahit, quo apparens magnitudo videtur major.

Prima, & tertia terrestris telescopii proprietas eodem modo de ipso, atque de Astronomico demonstratur.

885. Quod autem objecta appareant erecta, ita facile ostenditur. Si observator esset in G, primæ lentis ocularis O foco; objectum R A appareret inversum; cum punctum dextrum A per radium ABCEG depictum, ab oculo G videretur per directionem G E, hoc est, in partem sinistram referretur. Ipse tamen radius post intersectionem in puncto G, lentis etiam I foco, tendit in partem dextram H; unde transmittitur per H K ad axem parallelus; incidens igitur in lentem L parallelus a parte dextra K, ad focum & oculum M frangitur, atque dirigitur; oculus igitur in M videt punctum dextrum A objecti per directionem M K tendentem ad partem dextram; objectum igitur apparet in situ, quem reapse obtinet.

SCHOLION.

886. *Simpliciora, & communiora telescopia, quæ in usu sint, duplici tantum constant lente, quarum objectiva est convexo-convexa, ocularis vero utrimque concava. Exiguo tubulo, duos, tres, aut quatuor pollices longo, ita disponuntur, ut ante focum objectivæ locetur ocularis, ut eo scilicet pacto radii per objectivam transmissi prius incidant in lentem ocularem, quam uniantur in foco. Post lentem ocularem magis dispergantur, atque divergentes oculum ingrediuntur. Per exigua hujusmodi Telescopia augetur magnitudo apparens objecti in ratione, qua distantia lentis objectivæ a suo*

foco

foco continet diametrum sphæræ, cujus est segmentum lens ocularis. Illa diameter paucas tantummodo lineas longitudine habet; distantia autem objectivæ a foco 6. 7. aut 8. pollices præter propter complectitur.

§.

TELESCOPIA REFLEXIONIS.

887. Non solum radiis refractis, atque vitreis lentibus, sed etiam reflexis, & chalybeis speculis telescopia construuntur; commoditatis gratia, aliis modo descriptis præferenda. Priora enim illa ob magnam eorum longitudinem, quam necessario habere debent, difficulter tractantur, & ad usum adhibentur; alia vero brevitate sua incommoda illa tollunt, quin objectum aut minus distincte, aut minori magnitudine apparenti repræsentent. Telescopio scilicet reflexionis, vix pedem longo, telescopia refractionis 16 pedum supplentur; idemque præstatur effectus. Quod si 7, aut 8 pedes longa existant, tubis astronomicis communibus 100. & amplius pedibus longis æquivalent.

888. Primum reflectentium telescopiorum a *Newtono* excogitatum, & ab *Halley* emendatum, est tubus satis amplus ABCD (*Fig.* 68.) ex parte anteriori A D in objectum convertendæ omnino apertus: in ejus fundo B C collocetur speculum chalybeum sphærico-concavum, cujus radius sit unius circiter pedis longitudo; ita ut radios parallelos in ipsum incidentes in foco O congregaret, ibidemque objectum depingeret. Paulo ante focum O versus speculum in tubi ipsius axe speculum aliud metallicum, & ovale, & planum L ita oblique disponatur, ut radios G L, HL a speculo concavo in ipsum reflexos versus aliud tubi latus remittat, ubi apertum foramen P P aptatur. Hujusmodi radii unientur in puncto Q, quod æque, atque focus O, a speculo plano distet: id igitur punctum Q sit etiam focus exiguæ lentis M utrinque convexæ, quæ radios bis jam reflexos accipiat, & ab ipsa refractos transmittat per foramen P P in oculum N. Observator igitur ex latere tubi P P objectum contemplatur in Q, ubi illius imago a speculo concavo depingitur. Hujusmodi punctum Q, lenticu-

ticulæ M focus, a speculo plano L sex digitos, & quatuor fere lineas distet; a lenticula vero M duas fere tantummodo lineas sit remotum: lenticula igitur M est perexiguæ sphæræ segmentum, cum sit verum, & simplex mycroscopium: Oculus igitur N per verum, & simplex mycroscopium videt objectum, seu potius illius imaginem in Q distinctam, inversam, & amplificatam. Magnitudo apparens objecti hoc telescopio visi est ad magnitudinem nudis oculis apparentem, ut distantia speculi concavi a suo foco ad distantiam lentis M a suo pariter foco.

Modum construendi tubum, & peculiare sustentaculum, quo descriptum telescopium innitatur, firmetur, & facile in quamlibet partem convertatur, vide apud *Saverien* (a), & alios, qui machinas opticas describunt.

TELESCOPIUM GREGORIANUM.

889. *David Gregorius* aliud Telescopium reflectens excogitavit, & proposuit (b), quod postea *Halleyus* emendavit, & ad eam formam redegit, quam exhibet figura. HILG (*Fig.* 70.) est tubus satis amplus, unius fere pedis longitudinis, ex parte HG apertus, quem alius excipit TPQT brevior, & multo angustior; in amplioris fundo collocatur speculum metallicum sphærico concavum INML in medio perforatum, ut scilicet radii in angustiorem tubum transmitti possint: hujusce speculi focus sit in XZ: e regione vero ad apertam tubi extremitatem sit aliud metallicum speculum concavum, & minus YY, quod prius speculum respiciat, & ope brachii YG, cui est affixum, adduci, & reduci possit, habeatque focum in O inter alterius focum XZ, & speculum ipsum K.

890. Radii CD, FE ab objecto valde remoto AB emissi, & in speculum incidentes, sese alicubi intersecant, ita ut CD a parte inferiori objecti venientes in superiorem speculi impingant; superiores vero FE in inferiorem: hujusmodi igitur radii post reflexio-

(a) *Saverien. Diction. V. Telescope.*
(b) *In Optica promota ad prop.* 59.

xionem ita in foco X Z congregantur, ut sui objecti imaginem illic depingant inversam. Post focum iterum divergentes incidunt in speculum K, unde reflexi unirentur tandem in aliquo axis puncto, v. g. prope R. Vitrum tamen plano-convexum T T, quod ante illud unionis punctum collocari oportet, illos radios citius unit in U, ubi objecti imago depingetur erecta; radii ab U ulterius per *meniscum*, hoc est, vitrum convexo-concavum SS (cujus concavitas oculum respicit) transmissi, in oculo tandem R recipiuntur. Oculus igitur R (*Fig.* 71.) per hujusmodi telescopium Catoptrico Dioptricum imaginem videt in U erectam, distinctam, & amplificatam. Magnitudo apparens est ad veram, seu ad magnitudinem inermi oculo apparentem, ut angulus ARS ad angulum NZB.

891. Duo potissimum sunt telescopiorum defectus, quibus corrigendis, aut tollendis dudum jam peritiores Opticarum rerum artifices allaborant. Primum, quod quamplurimi radii a soliditate vitrorum impediti regeruntur, imagoque proinde pingitur minus clara. Obtineri ne aliquando humana arte poterit lens aliqua radios omnes refringens, nullos reflectens? Qui reflectuntur, ii vero plurimi, nihil visionem juvant. Radii vel reflexione a prima superficie remittuntur, vel intra lentis massam deperduntur. Secundum vitri puritas non parum corrigeret; tolli forsan potest neutrum.

892. Secundum lentium vitium est, radiorum transeuntium, atque refractorum distractio, & mutatio in colores. Radii per lentis partes ab axe remotas, seu prope periphæriam transmissi itidem, seu colores prysmatis referunt, objectumque obnubilant. Alteri huic vitio remedium excogitavit, & invenit *Dollond*; lentes ex diversæ indolis crystallis construens, quos ex fodinis de Upsal excavari curavit: radiorum distractio in prima ad illam in secunda est, ut 3 ad 2: eaque diversarum distractionum combinatione apparentes iridis colores sublati, & per totam lentis aream clarum apparet objectum. Rem totam videre est apud *Pezenas* (a).

(a) *Astronomie des marins: Optique de Smith traduite par le Père Pezenas.*

§.

DE MYCROSCOPIIS.

893. Nullum est inter tot hujusce ætatis inventa, cui plura, aut æque mirabilia phænomena debeamus, & quo magis promota sit Physica, quam mycroscopium. Eo enim vero primum cognito, novum invisibilium antea rerum apparuit spectaculum, & ignotus antea mundus. *Mycroscopium* est instrumentum opticum, quo minuta objecta vicina grandescunt, & visibilia fiunt. Alia sunt simplicia, alia vero composita: prima ita dicuntur, quia unica componuntur lente, ex pluribus vero secunda.

894. *Mycroscopium simplex* est exigua quæcumque lens CD (*Fig.* 72.) convexo-convexa, quæ sit exiguæ admodum lentis segmentum. Ratio, quare objectum per illam augeatur, jam superius fuit indicata. Sit objectum minutissimum AB, quod oculus inermis videat ex puncto H: apparebit sub angulo insensibili AHB; interponatur exigua lenticula utrimque convexa CD radios congregans in puncto E. Cum oculus objectum videat per radios, a quibus ultimo feritur, in directum continuatos; videbitur objectum AB ope lentis sub angulo FEG ac proinde minutissimum objectum AB ampliatum apparet in FG.

895. Magnitudo igitur apparens objecti (quoad linearem aliquam ejus mensuram v. g. diametrum, altitudinem, aut latitudinem) augetur in eadem ratione: qua angulus GEF excedit angulum AHB, seu in ratione anguli AEN ad angulum FEN. Jam vero hujusmodi excessus erit tanto major, quo lens ipsa fuerit convexior, seu radios ad minorem a se distantiam congreget. Pone enim focum esse in puncto remotiori H; erit angulus, seu magnitudo apparens MHM priori FEG minor; quod si focus sit in minori distantia I, erit magnitudo apparens LIL duabus prioribus multo major. Quo igitur distantiæ a focis fuerint minores, majus apparebit objectum.

896. Objecta communiter distingui non possunt in distantia octo pollicibus minori: Sit ergo recta EN octo pollices longa; si objectum AB magis ad oculum E admoveretur, distincte amplius inermi oculo non

vide-

videretur; opus igitur est, ut objectum in illa saltem distantia existat, ut nudo oculo distinguatur. Nota hac distantia, augmentum magnitudinis apparentis objecti per quamcumque lentem CD facile dignosces, si illius distantiam a foco inveniamus, aut notam aliunde habeamus.

897. Est scilicet magnitudo linearis vera ad apparentem; ut distantia PE ad octo pollices NE; quod facile demonstratur. Quoniam enim objectum AB est minutissimum, alicui rectæ CD; illi parallelæ, erit æquale: duo autem triangula DEC, GEF sunt similia (*a*): est igitur CD (hoc est, AB) magnitudo vera objecti, ad apparentem FG, ut distantia PE ad rectam EN octo pollices longam. Si igitur calculo subducamus, quoties distantia PE lentis in octo pollicibus contineatur; habebimus augmentum objecti lineare, seu augmentum diametrorum. Quoniam tamen superficies sunt, ut quadrata, massæ sunt, ut cubi earumdem diametrorum (*b*); si quærantur quadrata, & cubi diametrorum, habebimus & superficierum, & massarum magnitudinum apparentium incrementa.

898. Exemplum: Sit distantia PE pollicis dimidium; ergo EP continetur in EN decies, & sexies: vera igitur diameter AB est ad apparentem FG, ut 1. ad 16. Numerus 16 in seipsum ductus efficit quadratum 256; iterum ductus in 256. efficit cubum 4096: lens igitur CD, quæ focum ad distantiam unius semipollicis habet, auget objecti diametrum in ratione 1. ad 16., superficiem in ratione 1. ad 256; massam in ratione 1 ad 4096. In subjecta tabula, quam calculo subduxit *Henricus Baker*, rationem, qua diversis lentibus magnitudines apparentes objectorum augeantur, curiositatis gratia proponimus. Distantiæ lentium a suis focis in partibus centesimis unius pollicis exhibentur.

899. Mycroscopiis compositis magis adhuc multiplicatur apparens objecti magnitudo; diversa vero lentium combinatione, aut numero, diversa etiam composita mycroscopia excogitarunt, & construxerunt Phy-

(a) *Geometr. Elem. n.* 125.
(b) *Geometr. Elem. n.* 119. *& seq.*

Physici, *Newton*, *Muschembroek*, *VVisthon*, & alii; Videri potest circa hujusmodi argumentum Patris *Zhan* opus, *Oculus Artificialis*, ad quem, & alios Dioptricæ Scriptores Lectorem remitto: satis enim tyroni philosopho sint, quæ hucusque explicavimus.

Focus lentis, seu illius distantia a foco.		*Augmentum diametri objectorum.*	*Augmentum superficierum.*	*Augmentum massæ, seu solidi.*
$\frac{1}{2}$ vel 50	*Centesima pars pollicis.*	16 vi-	256 vi-	4 096 vi-
$\frac{4}{10}$ vel 40		20 ci-	400 ci-	8 000 ci-
$\frac{3}{10}$ vel 30		26 bus	676 bus	17 576 bus
$\frac{1}{5}$ vel 20		40	1 600	64 000
15		53	2 809	148 877
14		57	3 249	185 193
13		61	3 721	226 981
12		66	4 356	287 496
11		72	5 118	373 248
$\frac{1}{10}$ vel 10		80	6 400	512 000
9		88	7 744	681 472
8		100	10 000	1 000 000
7		114	12 996	1 481 544
6		133	17 689	2 352 637
$\frac{1}{20}$ vel 5		160	25 600	4 096 000
4		200	40 000	8 000 000
3		266	70 756	18 821 096
2		400	160 000	64 000 000
$\frac{1}{50}$ vel 1		800	640 000	512 000 000

Hæc tabula inservit myscroscopiorum simpliciorum calculo, eumque supponit oculum, qui ad octo pollicum distantiam objectum distinguat.

INDEX

TOMI VIII.

LECTIO I.

LECTIO II.

LECTIO III.

De-

LECTIO IV.

Co-

Tractatus de Sono, & Auditu.

LECTIO V.

LECTIO VI.

LECTIO VII.

Proprietates soni.

LECTIO VIII.

Aliæ soni proprietates.

Visio, seu Optica Physica.

LECTIO IX.

Sol-

LECTIO XII.

Phæ-

CO-

L E C T I O XIV.

Dioptrica Physica.

LECTIO XV.

LECTIO XVI.

SCHOL.

Finis Tomi VIII.

ERRORES VOLUMINIS VIII.

pag.	lin.	ERROR	CORRECTIO
1	22	&	ex
ibid.	34	illa . . . tota	illæ . . . totæ
ibid.	36	anima	animæ
9	41	transferantur	transferant
10	12	& proximani	& proximum
ibid.	17	Si vero	si vero
11	16	animam	anima
13	13	reficere est	rejicere est
23	25	faccus	fuccus
25	13	Hac	Hæc
32	27	obfuni	abfunt
40	1	qua	quæ
ibid.	7	nornattum	inornatum
ibid.	18	ex	&
46	32	peliquium	deliquium
48	4	metui	motui
68	42	fueceffiones	fucuffiones
67	16	atmofphæra	atmofphæræ
71	25	feries	feriis
76	40	fpectantitus	fpectantibus
79	44	data	tota
81	19	tentionem	tenfionem
86	3	ad alias	ad alia
91	3	ut	&
93	9	o illam	ob illam
100	29	velficent	vellicent
105	15	rerum naturæ	è rerum naturâ
121	2	intertium	inertium
ibid.	34	A F	HE
132	14	ad ultima	ab ultimæ
135	35	tympana	tympani
ibid.	42	DFE	DE
136	10	aere	aure
140	27	nauræ	naturæ
147	5	eorum	earum
148	5	materiæ	materia
150	17	ut late profequemur &c.	deleatur
151	21	aerem	aream
160	42	ad	ob
161	2	quo	quæ
ibid.	18	&	ut

ERROR CORRECTIO

pag.	lin.	ERROR	CORRECTIO
163	41	NOP	NCP
168	19	videre	ſtridere videntur, aut
169	10	citra	circa
ibid.	13	conſonans	conſonas
173	11	in motus	in motu
ibid.	14	motus	motibus
180	39	æthere	ætheteæ
182	36	Cum .... qua dicitur	eum .... qui dicitur
184	19	platearum	planetarum
198	18	(fig. 31)	deleatur, aut legatur (fig. 37)
ibid.	40	X in Z & O &c.	X etiam in laterales particulas
201	25	demonſtrat. Si	demonſtrat; ſi
207	24	R T. R tranſmittet	RB, RG tranſmittet
224	26-27	LH, violaceus ab M I	L I, violaceus ab M F
225	19	radius M	radius P
239	12	(fig. 41)	(fig. 44)
246	23	(fig. 41)	(fig. 44)
247	17	vividi	viridi
ibid.	21	calore	colore
249	5	etiam pryſma	etiam pryſmata
256	34	utuntur	uniuntur
261	36	vermium. Sphæra	vermium, ſphæra
ibid.	43	oculorum	oculum
270	44	alliciendæ	eliciendæ
274	27	objectum... *adde*	per D H continuatum: ſed D H productus
ibid.	28	per B N	per D N
278	36	(fig. 45.)	(fig. 48)
288	28	BE	dele
294	37	(fig. 56)	(fig. 53)
295	35	magnitudine	extenſione lineari, aut
320	31	*fit ad ſuperficiem*	*ſit ad ſuperficiem*
309	5	in figura 53.	in figura 56
ibid.	9	BSV	RSV
338	36	manibus	mœnibus
343	26	apponebant	opponebant
347	2	intra I	infra I
367	5	in puncto E	in puncto B

NOI

NOI RIFORMATORI

Dello Studio di Padova.

AVendo veduto per la Fede di Revisione ed Approvazione del *P. Filippo Rosa Lanzi* Inquisitor Generale del Sant' Officio di *Venezia* nel Libro intitolato *Philosophia Libera seu Eclectica, Rationalis, ac Mechanica Auctore P. Ig. Monteiro Soc. J. &c. Stamp.* non v' esser cosa alcuna contro la Santa Fede Cattolica, e parimente per Attestato del Segretario Nostro, niente contro Principi, e buoni costumi, concediamo Licenza ad *Antonio Zatta* Stampator *di Venezia*, che possi essere stampato, osservando gli ordini in materia di Stampe, e presentando le solite Copie alle Pubbliche Librarie di Venezia, e di Padova.

Data li 6. Febbraro 1771. M. V.

(Sebastian Zustinian Rif.

(Alvise Valaresso Rif.

(Francesco Morosini 2. Kav. Proc. Rif.

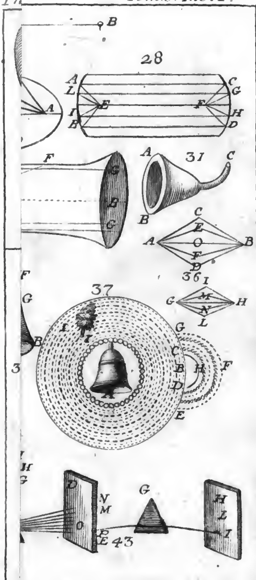
Registrato in Libro a Carte 87. al Num. 721.

Davidde Marchesini Segr.

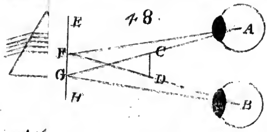
Addi 15. Febbraro 1772.

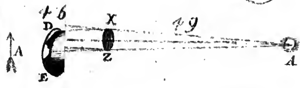
Registrato al Magistrato contro la Bestemmia in libro a Carte 40.

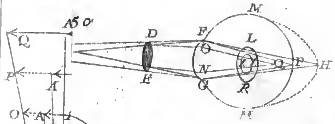
Andrea Gratarol Segr.

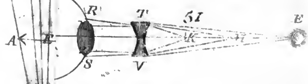


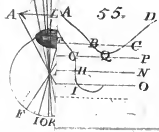
B
28
A
L
I
B
C
G
H
D
E
F
A
F
E
G
A
31
C
B
C
E
A
O
B
F
D
36
I
G
M
H
N
L
F
G
37
I
I
G
C
B
H
F
D
E
B
3
I
H
G
D
N
M
O
E
E 43
G
H
L
I

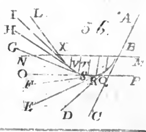

48.
E
F
G
H
C
D
A
B

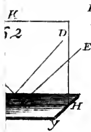

46
D
E
A
X
Z
49
A


50
Q
P
A
D
E
F
O
N
G
M
L
R
H

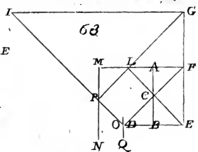

O
A
R
T
51
E
S
V
K


A
55.
D
B
Q
C
P
N
O
F
IOK

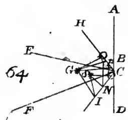

I
L
H
G
X
A
B
56.
N
O
S
R
Q
P
E
D
C



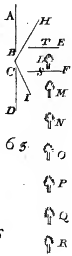
K
62
D
E
H
y



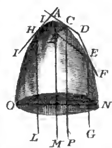
I
G
63
M
L
A
F
P
C
O
D
B
E
N
Q



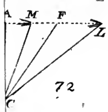
A
H
E
B
C
G
64
N
I
F
D



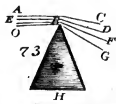
A
H
T E
B
C
F
M
I
D
N
65
O
P
Q
R



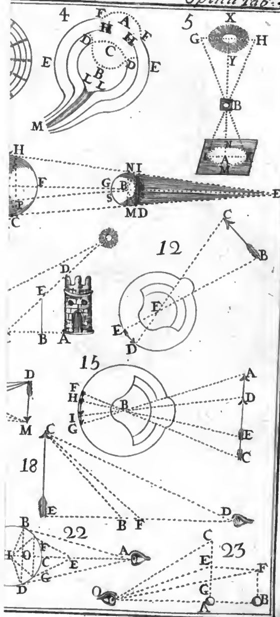
67
A
C
D
H
E
F
O
N
66
L
M
P
G



A
M
F
L
72
C



A
E
O
C
D
F
G
73
H


4
5
12
15
18
22
23

